GEOLOGICAL SURVEY OF CANADA

1989-1990

Energy, Mines and Resources Canada
Energie, Mines et Ressources Canada

Canada

THE ENERGY OF OUR RESOURCES

THE POWER OF OUR IDEAS

92-04932/

Cover: A unique Circumpolar geological map of the Arctic at the 1:6 million scale was published in the fall of 1989. The compilation represents the collaborative work of GSC scientists and their Soviet colleagues under the Canada/USSR Arctic Exchange Agreement.

The very tight production schedule was met by an enthusiastic team effort that drew on the expertise of scientific, cartographic and technical staff from the GSC's offices in Calgary, Ottawa and Dartmouth and from private contractors in Montreal and Dartmouth.

Copies of the map are available from all GSC sales outlets (see directory on page 24 for addresses). Photo: K. Hale, GSC.

Minister of Supply and Services Canada 1990
Catalogue No. M2-42/1-1990
ISBN 0-662-58013-3

Table of Contents

2 *A Message from the Assistant Deputy Minister of the Geological Survey of Canada*

Geological Survey of Canada

5 ▶ *Introduction*

Program Highlights

8 ▶ *Geoscience Surveys*

11 ▶ *Energy*

13 ▶ *Minerals*

15 ▶ *Environment*

18 ▶ *Information*

18 ▶ *International Cooperation*

20 ▶ *Research Grants*

21 ▶ *Polar Continental Shelf Project*

24 *Organization Chart/Directory*

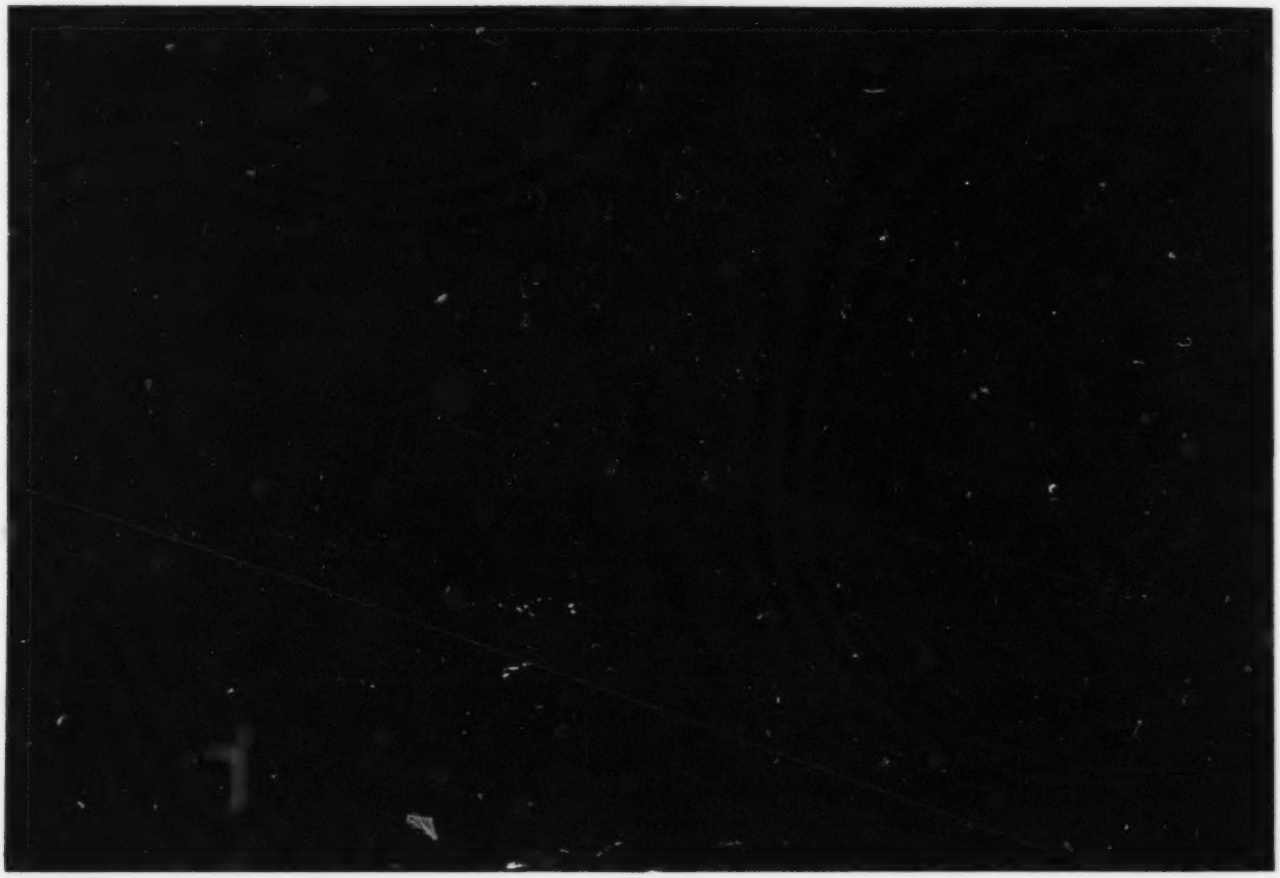
25 *Organizational Profile*

28 *Important New Publications*

29 *New Services, Facilities and Programs*

32 *Financial Statement*

A Message from the Assistant Deputy Minister Geological Survey of Canada



P. Thériault, GSC

Hamilton Peninsula, Ellesmere Island, Northwest Territories.

Cooperation, collaboration, joint ventures, cost sharing – these words are rapidly becoming the starting point for any new research project. They are, in fact, the basic vocabulary of the scientific community of the 1990's.

We operate in a time of tight government expenditures and spiralling research costs, and we have had to adjust accordingly. While difficult, the effect of this has been positive. Scientific organizations in all sectors of the economy – whether industry, university or government – have had to start pooling resources to accomplish research objectives. The results are proving to be very exciting. Scientists from diverse disciplines and agencies are now sharing concepts and ideas, and

this "cross fertilization" is breathing new life into all kinds of joint enterprises.

The Geological Survey of Canada has traditionally been a strong proponent of cooperative research and has over the years spearheaded Canada's contribution to many important national and international collaborations: LITHOPROBE, the Ocean Drilling Program, the Canada/USSR Arctic Science Exchange—these are but a few of the more recent examples.

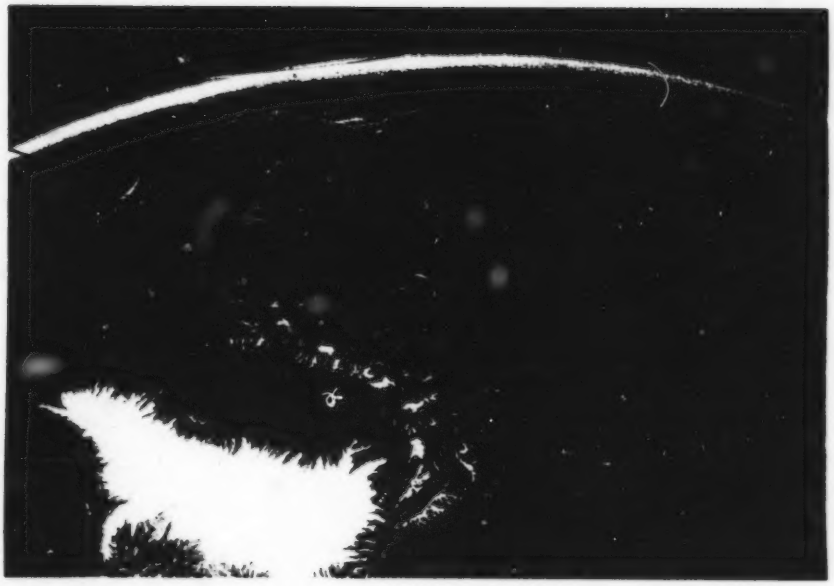
To maximize the science we can "buy" with our limited research dollars, we are now stepping up our efforts to develop cooperative research ventures. In the pages that follow you will find many examples of this, but I would particularly like to draw to your attention a few initiatives that will have a major impact on the state of national geoscience.

A key recommendation of the 1989 Mines Ministers Conference was that federal and provincial/territorial geological surveys work more closely together to strengthen coordination of their research. In response senior Survey officials, during the past year, met one on one with their provincial counterparts with the result that mechanisms for improved coordination of effort are now in place.

Significant progress has been made in the past year in implementing a national geoscience mapping program (NATMAP). Industry, university and government participants have set lofty objectives for this cooperative program: to improve the quality, relevance and completeness of the geological database needed to address societal concerns relating to the environment, natural hazards and resource development.

Over the past year, we also saw growing demands for the geoscience data necessary to understand many environmental issues. The Survey is taking a new look at existing data from ice and sediment cores with a view to helping establish baselines against which global changes can be determined or assessed. And we are making this information available to all researchers working on environmental questions.

Knowledge of the energy-rich Western Canada Sedimentary Basin will be enriched by the work of a consortium of GSC and six major oil companies (Amoco Canada, Canadian Hunter, Esso Resources, Mobil Oil, Pan Canadian Petroleum, Petro-Canada). Joint aeromagnetic work will provide data to all participants at a moderate cost, and under the terms of the agreement GSC will make all data public after five years.



Northern Transportation Co. Ltd.

Canada, a polar nation shown from a polar perspective.

We also have high hopes for our new multidisciplinary EXTECH (Exploration Science and Technology) program. Its aim is to improve concepts and technologies applicable to mineral exploration. Initial results of a pilot project in the Snow Lake area of Manitoba, involving collaboration with provincial and industry scientists, have been very promising for the exploration for massive base metal sulphide deposits.

These are just a few examples out of many. In the pages that follow you will find described many other exciting cooperative projects. This new age of working together is bringing us all benefits; but most important it is the state of geoscience research in Canada that will be the winner in the long run.

Elkanah A. (Ken) Babcock

Geological Survey of Canada : Introduction

Traditions of excellence

Since its founding in 1842, the Geological Survey of Canada has provided Canadians with the best possible geoscientific knowledge, technology and expertise about Canada and its offshore, its mineral and energy resources, and the natural conditions that affect land and seabed use.

GSC Photo Library

Sir William Logan, founder and first director (1842-1869) of the Geological Survey of Canada.

People are our Future

The strength of an organization like the Geological Survey of Canada lies in the expertise and capabilities of its highly trained and motivated staff. To maintain that strength, GSC hires the best young earth scientists available and strives to support its staff by encouraging new challenges, work exchanges and conference participation.

Creating a top-flight cadre of Canadian geoscientists has long been a concern of the GSC, and this has resulted in a tradition of hiring about 300 students for field work each summer. Efforts have recently been enhanced by a "Young Scientists" Program that allows young researchers to "shadow" senior scientists who are authorities in their field, with the goal of developing a continuity in achievements already made.

As part of its outreach to the francophone community, the GSC is continuing to expand its Quebec office, making sure that it provides work opportunities across Canada and is fully involved in GSC's national programs. Positive steps are also being taken to support and actively promote the contribution of women in science and management.

B. Beauchamp, GSC

a

b

B. Beauchamp, GSC

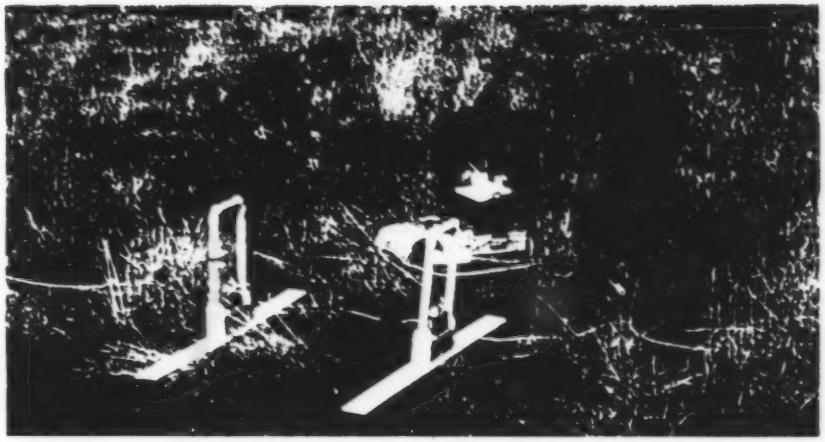
GSC students on the job: (a) Jonathan Devaney looking at trace fossils in Lower Permian Sabine Bay formation, Hamilton Peninsula, Ellesmere Island. (b) Carol Wallace examining laminated evaporites of Early Permian age, Mount Bayley Formation, Ellesmere Island.

Contributing to a strong Canada

The implications of the Survey's work are far-reaching and make an important contribution to the high standard of living that Canadians enjoy. To give just a few examples:

- ***Economic development:*** information about the nature and location of our oil, gas and mineral resources is crucial to the continued well-being of the energy and mining communities;
- ***Public safety:*** assessments of natural hazards such as earthquakes are fundamental to setting safe building codes and for rational land use planning;
- ***Environmental protection:*** studies of natural phenomena such as permafrost form the basis for safeguarding fragile environments when development is being considered.
- ***Sovereignty:*** the provision of logistical support for polar science enables more than 1,000 Canadian researchers to work in the High Arctic each summer.

The Survey's high standards and traditions of excellence are nationally and internationally recognized, as is its impressive track record for promoting multi-disciplinary, cooperative work.



J. Pilon, GSC

Pipeline monitoring on the Norman Wells-Zama pipeline using Ground Probing Radar EKKO III to delineate the boundary between the active layer and permafrost. Paul Lafleche, Alan Judge and Jean Pilon are shown in the photo.

Truly a national presence

The Survey's research facilities are located in Dartmouth, Nova Scotia; Sainte-Foy, Quebec; Ottawa, Ontario; Calgary, Alberta; and Vancouver and Sidney, British Columbia. Base camps for supporting Arctic research are maintained by the Polar Continental Shelf Project at Resolute and Tuktoyaktuk, Northwest Territories, and on an ice island in the Arctic Ocean. Observation facilities for national seismological, geomagnetic and geodynamic research are found throughout Canada. Field work is carried out both onshore, often in Canada's most remote corners, and offshore.

Program Highlights

Y. Michaud, GSC

The Quebec Geoscience Centre conducts surficial geology surveys in northern and eastern Canada; these provide a basis for future environmental and engineering geological studies. Shown here, Christian Bégin studying quartzitic sandstone showing veins of coal, Fosheim Peninsula, Ellesmere Island.

The research of the Survey underpins key economic and policy objectives of government. With the intention of providing a clear, logical link between the activities of the Survey and the societal or client needs that they serve, a new program structure was developed and adopted in September 1989. The six main program elements are geoscience surveys, energy, minerals, environment, information, and Arctic logistics. The highlights of the 1989-90 research program that follow are grouped accordingly.

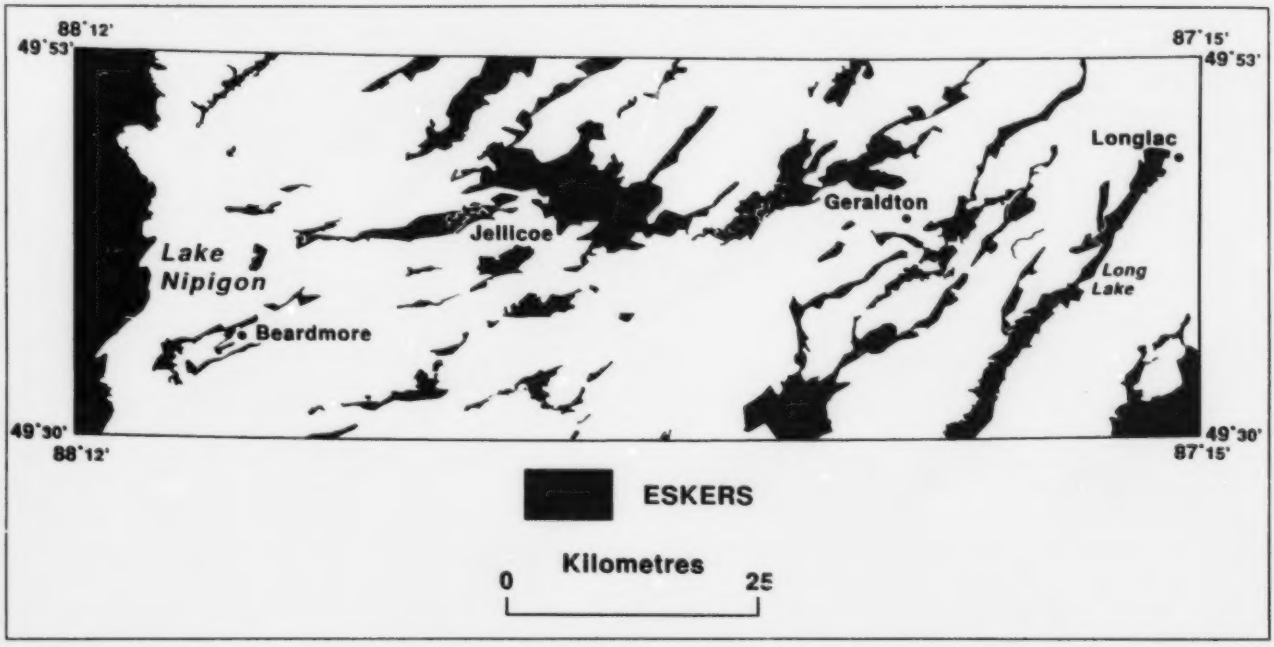
Geoscience Surveys

▶ Consultation with provincial and territorial counterparts and a workshop held in Toronto in March 1990 with industry, university and government participation defined the scope and objectives of an important new initiative called the National Geoscience Mapping Program (NATMAP). NATMAP is a cooperative, multidisciplinary program to improve the quality, relevance and completeness of bedrock and surficial geological maps and database coverage. An interim steering committee has been set up to implement NATMAP.

▶ In the Appalachian region of Quebec and Newfoundland, work from the Quebec Geoscience Centre focused initially on structural and sedimentological investigations with a view to establishing a framework for metallogenic studies. Work in the Grenville geological province was begun to identify critical geological units and tectonostratigraphic packages in Laurentide Park between Quebec City and Chicoutimi. Two other new projects will involve collaboration with the Ministry of Energy and Resources of Quebec—one will investigate the tectonic significance of the Bostonnais Complex in Mauricie Region; the other will study geological relationships between parts of the Grenville metasedimentary belt in Western Quebec (Mont Laurier region) and Ontario.

Every summer GSC geologists carry out field work in remote areas of Canada. This striking picture of a typical base camp in eastern Boothia Peninsula, Northwest Territories, won first prize in the 1989 GSC Photo Contest for its photographer, Tom Frisch.

▶ GSC continued its commitment to the national LITHOPROBE program which aims to "map" the third dimension beneath the Canadian landmass and its surrounding oceans. Of particular note: a seismic reflection survey in Newfoundland that will provide new insight into the structure of the Appalachians, and a seismic refraction survey in British Columbia in collaboration with the U.S. Geological Survey and Canadian universities. LITHOPROBE's success has also stimulated joint ventures with industry. For example, during the Newfoundland survey, BP Canada Inc. partially funded and provided logistic support for work at Buchans Mine; interpretation of the survey results will lead to a better understanding of the geology of the region.



F.J. Kristjansson, OGS and L.H. Thorleifson, GSC

As part of the Canada/Ontario Mineral Development Agreement (COMDA), GSC and the Ontario Geological Survey worked together on surficial mapping and drift prospecting research in Northern Ontario's Beardmore-Geraldton area. Shown here is the extent of ice contact glaciofluvial sediments such as eskers. Data on gold, base metal and kimberlite indicator distribution in the drift, as well as an account of the ice flow history in the area accompany the map.

▶ New multichannel seismic reflection profiles gathered by the GSC across the Juan de Fuca Ridge, off Canada's West Coast, are providing insight into this very active seafloor spreading centre and its fascinating associated seafloor sulphide deposits. The profiles will help guide the final siting of holes that are to be drilled in this area in 1991 by the Ocean Drilling Program.

▶ Other new multichannel seismic reflection profiles off Vancouver Island allowed GSC scientists to "see" to depths of 25 km into the Cascadia Subduction Zone (where the Juan de Fuca tectonic plate sinks beneath North America). The principal fault contact between the crust of the Pacific Ocean and the overriding North American continent lies just off Vancouver Island,

and is remarkably well imaged by the new data. It is along this fault that large magnitude earthquakes may occasionally occur.

▶ Some 5,600 line-kilometres of gravity and bathymetry data were collected in a marine survey of Lake Huron and Georgian Bay, and along seismic profiles in lakes Michigan and Huron in a cooperative project (Great Lakes International Multidisciplinary Program on Crustal Evolution – GLIMPCE) involving the U.S. Geological Survey, Canadian Hydrographic Service and Canada Centre for Inland Waters. A preliminary Bouguer gravity anomaly map has been produced, and the gravity data will be used along with existing aeromagnetic and seismic data sets to derive integrated models of crustal structure beneath Lake Huron.

▶ In the Yukon, the Glenlyon map sheet was completed. Field investigations in the Carmacks area led to the documentation of a large 1850 earthquake, the oldest historic earthquake in the Yukon, and provided evidence for the eruption of Volcano Mountain between 100 and 300 years ago. Understanding of these catastrophic geological events is critical to resolving planning and safety issues.

▶ The world's oldest terrestrial rocks were discovered in the Northwest Territories. Their age of about 4 billion years old makes the rocks just a bit younger than the moon which is 4.6 billion years old.

Energy

▶ GSC and six major oil companies (Amoco Canada, Canadian Hunter, Esso Resources, Mobil Oil, Pan Canadian Petroleum, Petro-Canada) signed an agreement in January 1990 to undertake a high resolution aeromagnetic survey of southern Alberta. The survey will help determine the relationship between basement structure and sediments in the energy-rich Western Canada Sedimentary Basin and provide the data to all participants at a moderate cost. The survey work will be carried out over the next three or four years. Under the agreement, GSC will make the data public after five years.

▶ Preparations for a quantitative assessment of the Western Canada Sedimentary Basin's natural gas resources is well underway: the delineation of Devonian gas plays in the western and northern segments of the basin is nearing completion, with work proceeding toward completing Devonian plays throughout the entire basin in 1990.

▶ The development of sedimentary basins over geological time is accompanied by the development of stress fields from the weight of sediments and from crustal forces acting upon the sedimentary basin. The magnitude and direction of the stress fields have been shown to influence both the accumulation of hydrocarbons and the most effective means for extracting them.

EMR

GSC scientists are involved in a major collaborative venture with over 150 scientists from industry, government, and universities to produce a definitive geological atlas of the energy-rich Western Canada Sedimentary Basin.

In 1989, GSC helped develop maps showing the distribution and magnitude of stress in Canadian sedimentary basins. There is growing interest in this topic for the Western Canada Basin particularly as it relates to the design and implementation of suitable enhanced recovery techniques.

▶ In the western Arctic, modeling of seismic refraction data recorded from the ice island indicated the presence of hitherto unknown major sedimentary basins containing at least 12 km of sedimentary strata along the northwest coast of Ellesmere Island. Initial studies suggest that the basins may be similar to Beaufort Sea basins, with the implication that they too could be sources of oil and gas. GSC research also resulted in a new understanding of the hydrocarbon potential of the Bowser Basin, in northwestern B.C., and the Chilcotin-Nechako Basin.

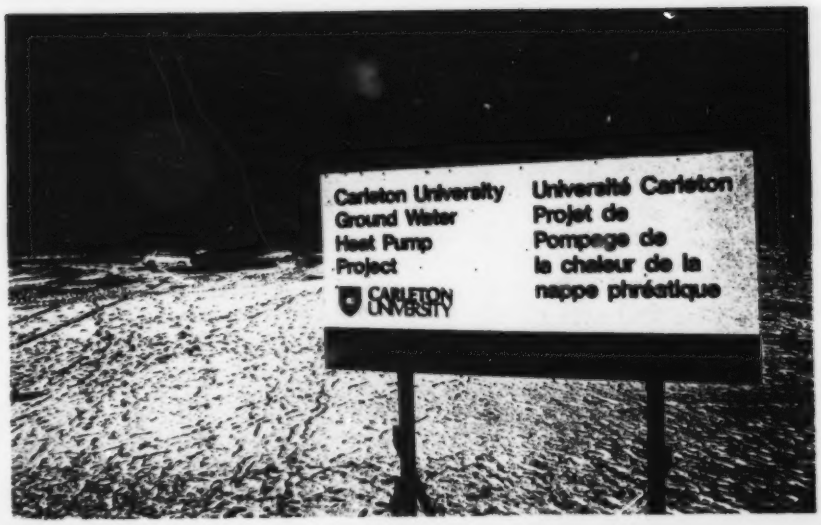
▶ GSC scientists collaborated with colleagues at the Institut Français du Pétrole in applying the computer-based THEMIS model of basin evolution and hydrocarbon maturation and migration to the Williston Basin in southern Saskatchewan, North Dakota and Montana.

Minerals

▶ Borehole logging investigations were conducted in close cooperation with mining companies in Bathurst, New Brunswick; Kemptville and Moose River, Nova Scotia; and Timmins, Ontario. At Timmins, demonstration of an innovative "mise-à-la-masse" method (a type of down borehole geophysical test) resulted in a significant increase in estimated reserves of the Redstone Nickel Deposit.

▶ Detailed geological mapping in the Northwest Territories yielded important information on mineral potential by elucidating the structure and stratigraphy of two greenstone belts—one in the Tehek Lake-Meadowbank River area north of Baker Lake, the other near Rankin Inlet. These studies allow units containing stratabound gold or major Archean shear zones to be explored more effectively.

▶ Seafloor minerals research continued to build momentum with the announcement that submarine massive sulphide deposits on the Juan de Fuca Ridge will be drilled in 1991 as part of the international Ocean Drilling Program. A major accomplishment this year was the successful sampling and analysis of sediment pore waters around seafloor hydrothermal vents. The chemical gradients observed in these fluids provide new understanding of hydrothermal alteration



EAETB/CANMET

The GSC's unique capabilities in borehole logging were employed to assist in the development of a groundwater heat pump system for Carleton University in Ottawa. The system, now in operation, is expected to reduce the university's fuel bills by $450,000 a year.

G. Lemieux, GSC

An integrated, multidisciplinary project to improve concepts and technologies applicable to massive base metal sulphide exploration was initiated in the Snow Lake area of Manitoba. The goal of the EXTECH (Exploration Science and Technology) project is to develop integrated deposit models, enhanced airborne, ground and borehole geophysical techniques, surficial geochemical methods and GIS (Geographic Information System) data integration techniques. An important initial result of the Snow Lake studies was the identification of a zinc-rich stratigraphic marker capping the Chisel Lake orebody. Shown here, Ramesh Reddy, Ray Hetu, Danny Wright, Bill Coker and Doreen Ames of the EXTECH multidisciplinary team.

patterns associated with the important SEDEX class of lead-zinc deposits. This in turn may be directly translated into new exploration criteria.

▶ In Quebec, detailed mapping of sulphide deposits of the Upton and Acton Vale areas in the Eastern Townships was carried out. Work on exhalites and sulphide mineralization associated with black shales of this region is continuing. In the Grenville Province studies of the extension of Archean greenstone belt rocks (Abitibi Belt) into the Grenville have begun, with the objective of identifying favourable zones for base metals exploration.

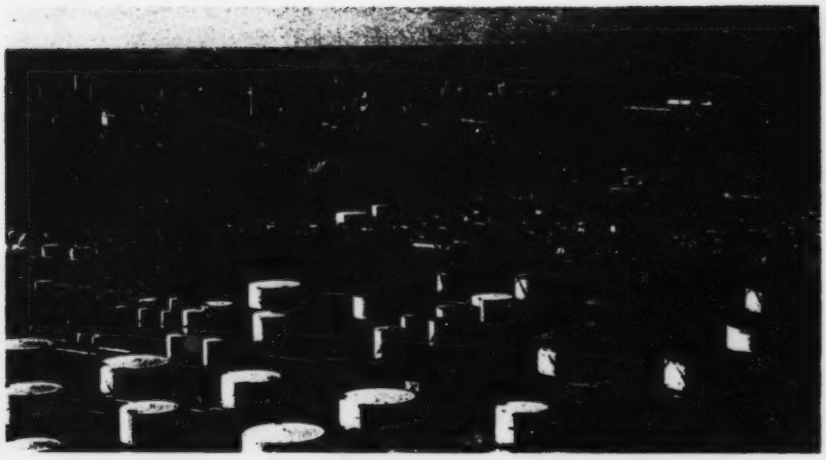
▶ As part of its ongoing program to revise obsolete geological maps, GSC scientists discovered that gold bearing strata associated with the rich Eskay Creek gold prospect in British Columbia extend at least 50 km north and south of the discovery. This horizon was previously unrecognized as having any economic potential for precious metal mineral deposits.

▶ In a one-year cooperative mapping project in the Yukon, geologists from GSC and the Department of Indian Affairs and Northern Development made two important mineral discoveries of base metal deposits (lead and zinc sulphides). Logistics coordination with a geological consulting company working in the region allowed field work for three 1:50,000 map areas to be completed in just three months.

Environment

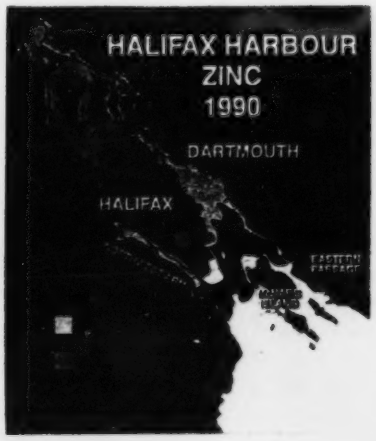
▶ GSC started a new environmental geochemistry initiative involving baseline geochemical data, natural radioactivity, natural acidity, and hydrogeology. Examples of work underway include: an evaluation with the Saskatchewan Department of the Environment and Public Safety of a potential problem associated with the decommissioning of open pit uranium mines; airborne and ground radioactivity mapping to determine the potential radon hazard in buildings on various soil types in southern Manitoba; a study with Health and Welfare Canada to evaluate potential radon hazards on Indian reserves across Canada; and analysis to determine the extent of contamination from arsenic used in wood preservatives on childrens' play structures.

▶ The GSC operates a national network of seismological observatories to monitor seismicity and assess earthquake hazard. Of particular note, eastern Canada's largest earthquake for 65 years took place Christmas Day, 1989, in the unpopulated interior of the Ungava peninsula of northernmost Quebec. It was felt quite strongly in isolated coastal communities but no damage was reported. Seismic data has many other applications; for example, data from GSC's seismograph station in Inuvik have been used to help the inquiry into the fatal CF-18 crash which took place on January 29 near Inuvik



R. Belanger, Bedford Institute

GSC, Fisheries and Oceans, and Environment Canada released a joint report on the marine environmental quality of Halifax Harbour. The results show that the degree of heavy metal contamination in the harbour is greater than that of others in eastern Canada. It also indicates, however, that most of the metals are bound in the sediments and are insoluble under present conditions. Research continues to determine the extent to which these metals may be remobilized by the implementation of a proposed sewage treatment system.



D. Buckley and K. Hale, GSC

Distribution of total zinc metal in uppermost one centimeter of sediments of Halifax Harbour. Highest concentrations of this contaminant are found in Bedford Basin and adjacent to industrial sites, land disposal sites and major sewer outfalls.

Airport. GSC provided the Board of Enquiry with an analysis of the seismic recording that demonstrated that the impact and explosion occurred simultaneously.

▶ GSC carried out the first stage of an onshore-offshore mega-transect of the Beaufort Sea coastal zone in March 1990. This multi-disciplinary investigation of permafrost, surficial geology and geotechnical conditions of the Beaufort Shelf is taking place in the area of a proposed pipeline from the Amauligak oil field.

▶ Recent volcanological studies and geological mapping in western North America suggest that a volcanic eruption can be expected somewhere within the Canadian Cordillera within the next 100 years. GSC has started work on an appropriate response plan.

▶ The geological record is a crucial baseline of past environmental change from which we can reconstruct past global change, monitor contemporary change, and predict future impacts. The GSC, therefore, has an important contribution to make to the international Global Change initiative. During 1989-90, GSC set up a second Global Change "observatory" in the Mackenzie Valley to complement the one at Hot Weather Creek on Ellesmere Island. In both areas environmental variables affecting vegetation distribution, rates of geomorphic change, ground ice conditions and permafrost are monitored, recorded, and analyzed.

▶ Data compilation and interpretation have begun for a series of paleoenvironmental maps (of selected time intervals) for northern North America depicting oceanographic data and the distribution of glacial ice, seas, major lakes, vegetation, and permafrost zones. The maps, which are based on an extensive paleoecological database, will be a useful guide to evaluating future changes in regional environmental conditions. Another series of maps will depict the possible effects of environmental changes on geological processes and the potential impact on the Canadian landmass.

▶ A GSC/university/industry team has made a discovery that may have important archaeological implications. While studying a sediment core from the continental shelf seafloor just north of Vancouver Island, they found the first incontrovertible evidence that the sea level in this area was at least 95 m lower relative to land 10,500 years ago. The results also indicate that when the sea level rose it did so with unusual rapidity. If humans were present on the West Coast 10,000 to 11,000 years ago, as seems likely, they may have occupied large areas of the continental shelf that are now covered by the sea.

D. St-Onge, GSC

Field assistant Kelly Thompson (foreground) works in the field laboratory of GSC's Global Change Observatory at Hot Weather Creek, Ellesmere Island, entering soil hydrology data in a laptop computer charged by solar panels. Paul Hamilton, a researcher with the National Museum of Nature, is processing lake and pond water samples.

R. De Launais, GSC

FORUM 1990, Ottawa, Ontario— Janet King discusses her research with Dan Kontak, Nova Scotia Bureau of Mines.

Information

▶ The GSC's Annual Current Activities Forum, held in Ottawa, January 1990, took the Arctic as its theme. Timed to coincide with the first ever Minerals Colloquium, the two events attracted a combined audience of over 900 with substantial representation from both industry and the universities. The 1989 Western Canada Coal Geoscience Forum, co-sponsored by GSC, Alberta Geological Survey, and B.C. Geological Survey, was another major venue for information exchange.

▶ GSC scientists participated in a popular series of public lectures on "Geological Hazards in British Columbia", sponsored by the Vancouver Natural History Society and the Geological Association of Canada. The talks covered earthquakes, volcanoes, landslides, and the potential effects of global warming on coastal stability and mountain floods.

▶ A special issue of the science quarterly GEOS, based on papers written by GSC scientists, provided an overview of the GSC's contribution to Global Change research. It has been enthusiastically received by the scientific community and the public.

▶ Cooperation between GSC, provincial geological surveys and the National Geological Surveys Committee resulted in the new Canadian Geoscience Data Directory. This useful compilation is a significant addition to computer-based literature.

International Cooperation

▶ The very successful Canada/USSR Arctic Science Exchange Agreement was extended for another two years with the negotiation of a new Protocol in September 1989 in Leningrad. Collaboration under the program resulted in the production of an important Circumpolar geological map of the Arctic at the 1:6 million scale (see cover illustration). Nearing completion were jointly produced paleogeographic maps and correlation charts of the Arctic circumpolar region; these will provide a valuable resource for interpretation of the development of the Arctic Ocean Basin. Another achievement was a Quaternary map of the land portion of North America; this will be integrated

into a Quaternary map of the Arctic to be published with the Soviets.

▶ GSC provided scientific supervision to Canadian International Development Agency (CIDA)-funded airborne geophysical surveys in Thailand and Zimbabwe. Both projects were successfully completed during the year, and resulted in substantial contract revenues for the Canadian geophysical service industry.

▶ Working with the Pan American Institute of Geography and History (PAIGH), the GSC is involved in a series of informal bilateral agreements with various Latin American countries to help produce their national gravity maps. The gravity map of Venezuela, published recently by the Universidad Simon Bolivar and the Direccion de Cartografia Nacional, is the first of this series. The second, for Bolivia, is in production.

Sharing across the Border: Canada/U.S. Cooperation

Geology knows no political boundaries. As a result, collaboration between the Geological Survey of Canada and the U.S. Geological Survey (USGS) has become so pervasive as to be almost taken for granted. Both countries have benefitted immensely from this sharing of work and expertise.

A major achievement has been a joint study of the deep structure beneath the Great Lakes, giving us a new understanding of the geological structure of this unique area. Exchanges of data, equipment and personnel ensured that the maximum science was obtained at a reasonable cost. The spectacular delineation of a mid-continental rift structure that resulted from this work has attracted world-wide attention. Other examples include:

▶ Joint geological and geochemical mapping has started or is being planned along our shared boundaries (e.g. Alaska-Yukon, Quebec-Maine). Joint comparative studies of particular types of mineral occurrence are underway.

▶ An ongoing pooling of seismic refraction instrumentation has seen USGS scientists working in southern British Columbia and GSC scientists in Alaska.

▶ Joint planning, particularly for Arctic studies, is a frequent occurrence.

▶ On the west coast, cooperative studies of the Cascadia subduction zone are an essential to understanding its history and will perhaps shed light on future seismic activity in this area.

I. Jonasson, GSC

Canada/U.S. cooperation: Shared offshore work on the underwater Juan de Fuca Ridge is making the best use of the highly specialized equipment required and costly ship time. Shown here, the recovery of the U.S. submersible "Alvin" following a joint cruise.

M. Cecile, GSC

As part of continuing collaboration of Canadian and Soviet scientists under the Canada/USSR Arctic Science Exchange Agreement, Hans Trettin, GSC, points down Yelverton Pass, northern Ellesmere Island, and explains to Soviet colleagues, Boris Lopatin (left) and Michael Kos'ko how the exotic Pearya Terrane docked with Arctic Canada.

Research Grants

▶ Funds available to the EMR Research Agreements Program increased by 50% (to $2 million) following the successful negotiation of a cooperative financial arrangement with the Natural Sciences and Engineering Research Council. As a result, the program, which GSC administers on behalf of EMR, was able to award 209 grants for 1990 to recipients in 39 research centres across Canada—a significant increase from last year's 178 grants.

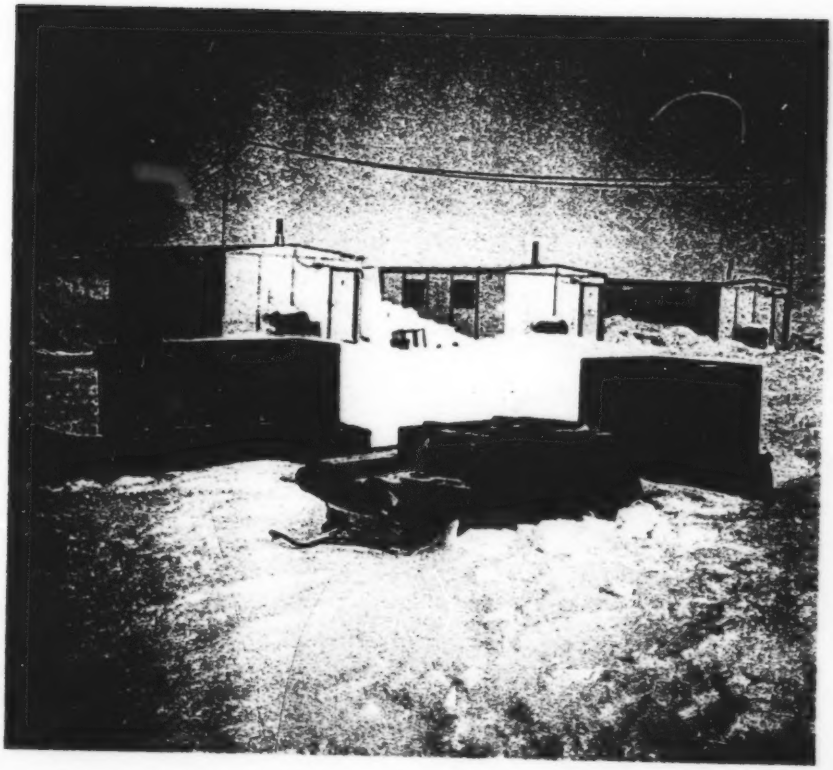
Polar Continental Shelf Project

The Polar Continental Shelf Project (PCSP) runs a sophisticated logistics network that allows scientists to conduct research safely and efficiently in the Canadian Arctic. PCSP experienced one of its busiest field seasons in 1989. It provided logistics support to 220 science research groups from federal and territorial agencies and Canadian universities, and to 13 artists working under the Arctic Awareness Program, sponsored jointly by PCSP and the Canada Council.

▶ With the completion of a major two-year renovation and reconstruction of its base facilities at Resolute and Tuktoyaktuk this year, PCSP is now well placed to meet the growing challenges of supporting science in the Canadian Arctic beyond the turn of the century.

▶ The Ice Island Research Station was also upgraded. A cooperative National Research Council-Memorial University ice structure study was conducted from this unique research platform, adrift in the Arctic Ocean.

▶ Other major projects supported by PCSP included a climatology-vegetation-soil hydrology study at GSC's High Arctic Global Change Observatory at Hot Weather Creek on Ellesmere Island; completion of a GSC/Fisheries and Oceans reconnaissance bathymetry survey north of Parry Channel; wildlife studies by the Yukon and North-



B. Hoyck, PCSP

Adrift in the Arctic Ocean, the Ice Island Research Station provides scientists from many diverse fields a unique opportunity to study this relatively unknown region. Shown here, komatiks (sleds) on "Main Street", Ice Island.

west Territories governments and the Canadian Museum of Natural Sciences; and the Canada-China Dinosaur Project.

▶ PCSP, Atmospheric Environment Service and Parks Canada initiated a long term cleanup project in the Arctic, with the removal of 4,800 empty oil drums from Eureka on Ellesmere Island; these were returned south for recycling.

For more information, contact:

Polar Continental Shelf Project
Room 6128, 344 Wellington Street
Ottawa, Ontario
K1A OE8

Telephone: (613) 990-6990
Fax: (613) 990-1508

M. Nobert, PCSP

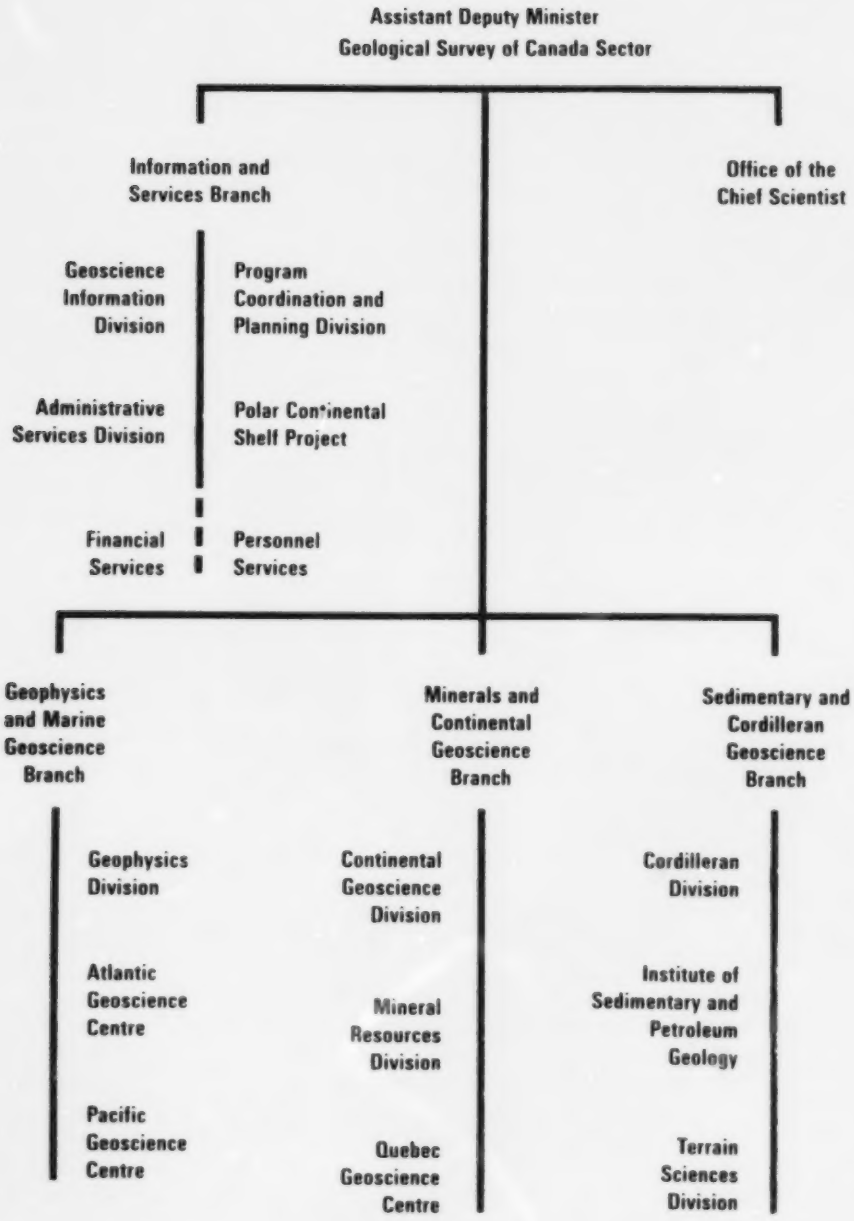
PCSP has a longstanding commitment to keeping northern communities informed of its activities and Arctic science initiatives. Shown here, students at the Qarmartalik School at Resolute, Northwest Territories, study the brand new Inuktitut version of a PCSP brochure.

"Why do I go to the north? I am beckoned to it as I am to the deep fathomless blue of the ocean, the limitless expanse of the sky, an emptiness which is so full as to exhilnrate."

Photograph and journal excerpt by Marten Berkman, Arctic Awareness Program participant.

The Arctic Awareness Program provides logistics support to Canadian artists and writers who wish to work in the Arctic. Participants are selected annually by the PCSP and The Canada Council, who jointly operate the program.

Organization Chart



How to Get in Touch With Us

Nova Scotia
Atlantic Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
Bedford Institute of Oceanography
Challenger Drive, P.O. 1006
Dartmouth, N.S. B2Y 4A2
General Enquiries: (902) 426-8513
Fax: (902) 426-4266

Quebec
Quebec Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
2700 rue Einstein, P.O. 7500
Sainte-Foy, Quebec G1V 4C7
General Inquiries : (418) 654-2604
Fax: (418) 654-2615
Publications Office: (418) 654-2677

Ontario
Geological Survey of Canada
Headquarters
601 Booth Street
Ottawa, Ontario K1A 0E8
General Enquiries: (613) 996-3919
Fax: (613) 996-9990
Publications Office: (613) 995-4342
Fax: (613) 943-0646

Alberta
Institute of Sedimentary and
Petroleum Geology
Geological Survey of Canada
3303-33rd Street N.W.
Calgary, Alberta T2L 2A7
General Enquiries: (403) 292-7000
Fax: (403) 292-5377
Publications Office: (403) 292-7030

British Columbia
Cordilleran Division
Geological Survey of Canada
100 West Pender Street
Vancouver, B.C. V6B 1R8
General Enquiries: (604) 666-0529
Fax: (604) 666-1124
Publications Office: (604) 666-0271

Pacific Geoscience Centre
Geological Survey of Canada
9860 West Saanich Street
Sidney, B.C. V8L 4B2
General Enquiries: (604) 356-6500
Fax: (604) 356-6565

Organizational Profile

As part of an ongoing review of the effectiveness of its internal organizational structure, the Survey underwent a minor reorganization in September 1989. This was in response to a number of administrative concerns expressed at all levels and was at the request of GSC Division Directors. The new organizational units are as follows:

Geophysics and Marine Geoscience Branch

This Branch acquires, interprets and disseminates geophysical information concerning the Canadian landmass and marine geoscientific information for its coasts and offshore.

The Branch operates national observatories in seismology, geodynamics and geomagnetism and conducts national mapping programs of the earth's gravitational and magnetic fields; it sets standards for, and undertakes, contracted aeromagnetic surveys; it provides expert knowledge and information on natural hazards such as earthquakes and magnetic storms. It also carries out coastal and offshore geoscientific surveys; provides expert geological, geochemical and geophysical information on the coastal zone, seabed, offshore sedimentary basins and crustal processes; and contributes to assessments of resources, hazards and environmental quality of Canada's extensive coastal and offshore regions.

The Branch consists of the Geophysics Division in Ottawa, Ontario; the Atlantic Geoscience Centre in Dartmouth, Nova Scotia; and the Pacific Geoscience Centre in Sidney, British Columbia.

R. De Launois, GSC

Janet Drysdale and Maurice Lamontagne testing seismographic field equipment near Buckingham, Quebec.

Minerals and Continental Geoscience Branch

R.T. Bell, GSC

Geological mapping: Sunil Gandhi at Great Bear Magmatic Zone, Northwest Territories.

Through collaborative and individual project activities, the Branch contributes to the objectives of the Survey by providing a national geoscience knowledge base on Canadian mineral resources, on the geology of the Canadian Shield and Appalachian region, and on the crustal geology and deep geophysics of the Canadian landmass.

Two of the Branch's three divisions are based in Ottawa. One, the Continental Geoscience Division, conducts geological studies of the exposed Precambrian Shield and investigates, by means of geophysical studies, the geology of the Shield and its basement crustal rocks beneath the sedimentary cover. The other, the Mineral Resources Division, conducts research on mineral deposits, develops models and technology to aid in the identification and assessment of mineral resources, and operates state-of-the-art chemical and mineralogical laboratories.

The Quebec Geoscience Centre, at Sainte-Foy, Quebec, was officially opened in November 1989, as a joint venture with l'Institut national de la recherche scientifique (INRS); it focuses mainly on the geology and metallogeny of the Grenville and Appalachian geological provinces and on Quaternary studies in eastern Canada.

Sedimentary and Cordilleran Geoscience Branch

The Branch provides geoscientific information and expertise on the sedimentary basins of western and Arctic Canada, on the Cordillera, and on Canada's physical environment—the latter through the study of unconsolidated deposits and through geophysical, engineering and other studies related to terrain use and hazards.

It is responsible for undertaking bedrock geological surveys in western and Arctic Canada, for surficial geological surveys in all regions of Canada, and for coordinating oil, natural gas and coal resource assessments and frontier geoscience programs in western and Arctic Canada. It analyzes and assesses the resources of the energy-rich sedimentary basins in western and Arctic Canada, and studies geothermal energy sources in the Cordillera.

The Branch is the focal point within the Survey for research into geoscience aspects of Global Change and for international activities related to climate change. It also undertakes studies of modern geological processes, including permafrost, and landslides (particularly in the Cordillera), and environmental impact assessments of development proposals. It takes the lead on behalf of the Survey for paleontological and paleoecological studies.

B. Richards, GSC

Rocky Mountain Front Ranges, Willmore Wilderness Provincial Park, Alberta.

It has three divisions: the Ottawa-based Terrain Sciences Division; the Institute of Sedimentary and Petroleum Geology in Calgary, and the Cordilleran Division in Vancouver.

Important New Publications

DID YOU KNOW THAT the Geological Survey of Canada published over 6,200 pages of new scientific text and almost 11,000 pages of GSC open file reports in 1989-90? In comparison, Canada's leading weekly newsmagazine annually publishes about 5,000 pages.

◀ The **Labrador Sea Basin Atlas**, the first in a series of East Coast Basin Atlases, was published, and work on subsequent atlases proceeded: the Scotian Shelf Atlas is expected by March 1991; data for the Grand Banks Atlas should be ready for scientific review in the fall of 1990.

◀ The first volume of the *Geology of Canada* series, **Quaternary Geology of Canada and Greenland**, was released in January 1990 in both English and French. Representing the work of 63 researchers from federal and provincial governments, universities, and industry, it will stand for decades as the definitive text on the Quaternary of Canada. Work on the next two volumes—"Geology of the Eastern Margin of Canada" and "Geology of the Innuitan Orogen and Arctic Platform of Canada and Greenland"—nears completion.

◀ A comprehensive investigation of minerals present in the Hemlo gold deposits culminated with the publication **The Mineralogy and Geochemistry of the Hemlo Gold Deposit, Ontario**.

▶ A unique **Circumpolar geological map of the Arctic** (at the 1:6 million scale) was the result of collaboration between GSC scientists and their Soviet colleagues under the Canada/USSR Arctic Science Exchange Agreement (see cover illustration). A presentation copy was given to the Soviets during the Prime Minister's visit to the USSR in the fall of 1989.

▲ **Coal Resources of Canada**, published in April 1989, was acclaimed by the Canadian coal industry as "the finest, most complete assessment of this resource ever available in Canada".

New Services, Facilities and Programs

▶ Minister Epp opened the newly refurbished **Yellowknife Seismic Array** in September 1989; the ceremony was attended by delegates from 21 countries concerned with the detection and discrimination of underground nuclear explosions. The new facility, which was the result of a three-year, $3.5 million upgrade, has already made an outstanding contribution to an international data exchange experiment which started in January 1990. Of the 30 stations worldwide which contributed data during this initial phase of the experiment, the Yellowknife Array was consistently among the top three in its capability to detect seismic events worldwide.

▶ The GSC's **Geomagnetic Activity Forecasting Service** has been upgraded to a seven-day-per-week operation to provide more timely forecasts and data for users such as Hydro-Quebec and Ontario Hydro. Geomagnetic storms disrupted power, communications and navigation systems on a number of occasions during the year.

▶ The new **Canadian Superconducting Gravimeter Installation** at Cantley, Quebec is a joint project involving seven Canadian universities and the GSC. The equipment is one of the principal tools of modern geodynamics. It will be used in the search for oscillations of the Earth's liquid core and the origin of the Earth's magnetic field, to support tidal analysis and space research (Very Long Baseline Interferometry – VLBI) and for studies of earthquake precursors. GSC provides the site and monitors the gravimeter's performance.

Booklet published by the GSC to mark the opening of the refurbished Yellowknife Seismic Array.

▶ GSC's new **Communications and Marketing Service** ensured that the results and implications of GSC's program were more widely publicized. Activities of particular note included a major GSC display at the International Geological Congress (Washington, D.C. – July 1989), the publication of a "new look" annual review of research results, and more agressive marketing of GSC publications.

Materials used by the GSC to promote its activities and to raise public awareness of geoscience.

Geology of Canada

Since its founding in 1842, the Geological Survey of Canada has from time to time published comprehensive overviews of the geology of Canada. The seventh such synthesis is now in production, and it represents a major publishing endeavour for the GSC. The *Geology of Canada*, which will consist of nine volumes and many new maps, will be the definitive reference on Canadian geology for years to come.

It also forms the Canadian contribution to the Decade of North American Geology (DNAG) Project, which commemorates the Centennial of the Geological Society of America. DNAG's goal is to present the latest knowledge about the geology and geophysics of North America, and point the way toward work to be done in future.

This ambitious project has required the dedicated effort of more than 1,000 scientists from universities, industry and the government agencies of Canada, Greenland, Mexico and the United States.

Information and Services Branch

The Survey's "product" is information, therefore, a fundamental responsibility of the Survey is making the results of its research accessible to all Canadians. Towards this end, the Branch manages all in-house publishing activities ranging from editing and cartography through to design and distribution. Other important information-related duties include maintaining the National Geoscience Library in Ottawa and managing GEOSCAN, a cooperative federal-provincial program to produce a national bibliography for the geosciences.

Program coordination and planning services are carried out on behalf of the Survey by this Branch. These have recently been expanded to include the external liaison office and the departmental research agreements program secretariat. The Branch is also responsible for all common administrative services.

The Polar Continental Shelf Project (PCSP) forms part of the Branch as well. PCSP is a unique and internationally recognized federal agency that operates a comprehensive logistics support network for science research parties working in the Canadian Arctic. It operates from bases in Resolute and Tuktoyaktuk in the Northwest Territories, and from the Canadian Ice Island Research Station in the Arctic Ocean. In keeping with its stated mandate to help maintain Canada's stewardship of its Arctic

region, PCSP plays a key role on behalf of federal agencies in increasing awareness of the Arctic amongst all Canadians.

Office of the Chief Scientist

The Chief Scientist plays an important advisory role to the Survey's senior management on the shaping of the overall scientific program so that it best addresses societal and client needs and priorities. A key responsibility over the coming months will be the development of a Long-Term Strategic Plan for the Survey to be completed by December 1990.

The Chief Scientist's Office also plays a coordinating role in broad program areas such as geophysics, environmental geoscience and Arctic research. External liaison is provided for special national and international cooperative research initiatives such as LITHOPROBE, the Ocean Drilling Program and the Canadian Continental Drilling Project.

Corporate communications and marketing strategies are planned, implemented and managed by the Office of the Chief Scientist. The objectives of these activities are to increase the profile, impact and influence of the Survey and to improve public knowledge and appreciation of the role of the geosciences in everyday life.

D. Wright, GSC

The GSC display at the International Geological Congress, July 1989, Washington, D.C.

Sector Financial Statement

Geological Survey of Canada

1989-90 Expenditures (in thousands of dollars)

	TOTAL	PERSONNEL	OPERATING	CAPITAL	GRANTS AND CONTRIBUTIONS	PERSON-YEARS
Office of the Assistant Deputy Minister	**465**	**206**	**255**	**4**	**1,900**	**4**
Information and Services Branch						
Director General	1,968	1,212	518	238	–	7
Program Coordination and Planning	700	531	134	35	–	10
Administrative Services Division	1,809	468	1,095	246	–	20
Geoscience Information Division	7,954	4,476	1,657	1,821	–	99
Total	**12,431**	**6,687**	**3,404**	**2,340**	**–**	**136**
Sedimentary and Cordilleran Geoscience Branch						
Director General	168	130	30	8	–	2
Institute of Sedimentary and Petroleum Geology	16,307	8,765	6,429	1,113	–	161
Cordilleran Division	4,181	2,456	1,421	304	–	36
Terrain Sciences Division	7,328	4,576	2,239	513	–	72
Total	**27,984**	**15,927**	**10,119**	**1,938**	**–**	**271**
Geophysics and Marine Geoscience Branch						
Director General	148	86	61	1	–	2
Atlantic Geoscience Centre	13,808	6,491	6,220	1,097	–	118
Pacific Geoscience Centre	5,370	2,027	2,482	861	–	41
Geophysics Division	12,796	6,331	4,786	1,679	–	117
Total	**32,122**	**14,935**	**13,549**	**3,638**	**–**	**278**
Minerals and Continental Geoscience Branch						
Director General	272	229	33	10	–	3
Quebec Geoscience Centre	1,368	567	551	250	–	12
Continental Geoscience Division	9,544	5,646	2,999	899	–	86
Mineral Resources Division	13,660	8,599	3,370	1,691	–	158
Mineral Development Program Office	418	116	302	0	–	2
Total	**25,262**	**15,157**	**7,255**	**2,850**	**–**	**261**
Polar Continental Shelf Project	**9,196**	**1,395**	**6,617**	**1,184**	**–**	**23**
Total Sector	**107,460**	**54,307**	**41,199**	**11,954**	**1,900**	**973**

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA

1989-1990

Énergie, Mines et Ressources Canada
Energy, Mines and Resources Canada

Canada

L'ÉNERGIE DE NOS RESSOURCES

NOTRE FORCE CRÉATRICE

Page couverture :
Dans le cadre du Programme d'échanges scientifiques Canada–URSS pour l'Arctique, les scientifiques de la CGC et leurs collègues soviétiques ont collaboré à la préparation d'une carte géologique circumarctique sans précédent, à l'échelle de 1:6 000 000, qui a été publiée à l'automne 1989.

Une équipe enthousiaste de spécialistes dans les domaines scientifiques, cartographique et technique des bureaux de la CGC à Calgary, à Ottawa et à Dartmouth et du secteur privé, à Montréal et à Dartmouth, ont affronté un calendrier de production très serré.

On peut se procurer des exemplaires de la carte aux points de vente de la CGC (voir les adresses à la page 24).
Photo : K. Hale, CGC.

Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1990
Version anglaise disponible sur demande
ISBN 0-660-55013-X

Table des matières

2 ***Message du sous-ministre adjoint Commission géologique du Canada***

Commission géologique du Canada

5 ▶ *Introduction*

Faits saillants des programmes

8 ▶ *Levés géoscientifiques*

11 ▶ *Énergie*

13 ▶ *Ressources minérales*

15 ▶ *Environnement*

18 ▶ *Information*

18 ▶ *Coopération internationale*

20 ▶ *Subventions de recherche*

21 ▶ *Étude du plateau continental polaire*

24 ***Organigramme / Répertoire de renseignements***

25 ***Profil de l'organisation***

28 ***Importantes nouvelles publications***

29 ***Services, installations et programmes : les nouveautés***

32 ***État financier***

Message du sous-ministre adjoint Commission géologique du Canada

P. Thériault, CGC

Hamilton Peninsula,
île d'Ellesmere,
Territoires du Nord-Ouest.

Coopération, collaboration, entreprises en participation, partage des coûts : ces expressions sont en passe de devenir le point de départ de tout nouveau projet de recherche. Elles constituent même le vocabulaire de base de la communauté scientifique des années 90.

Nous sommes actuellement dans une période de réduction des dépenses gouvernementales et d'augmentation fulgurante des coûts de la recherche, et nous devons nous adapter en conséquence. Cette situation est difficile, mais ses répercussions sont positives. Les organismes scientifiques de tous les secteurs de l'économie – industries, universités et gouvernements – ont dû commencer à mettre leurs ressources en commun pour atteindre leurs objectifs de recherche. Les résultats de cette expérience s'avèrent très prometteurs. Les scientifiques de divers domaines et de diverses organisations échangent maintenant concepts et idées; cette « fécondation réciproque » imprime

un nouvel élan à toutes sortes d'entreprises en participation.

La Commission géologique du Canada s'est toujours attachée à promouvoir la collaboration dans le domaine de la recherche. Au fil des ans, elle a animé la contribution canadienne à d'importants programmes nationaux et internationaux menés en collaboration : LITHOPROBE, le Programme de sondage des fonds marins, le Programme canado-soviétique d'échange de connaissances scientifiques sur l'Arctique, pour ne citer que quelques-uns parmi les exemples les plus récents.

Pour tirer le meilleur parti du point de vue scientifique de budgets de recherche réduits, nous consacrons maintenant plus d'efforts à la mise sur pied d'entreprises de recherche en participation. On en trouvera de nombreux exemples dans les pages qui suivent, mais j'aimerais attirer l'attention sur certains nouveaux projets qui auront des répercussions considérables sur l'état des connaissances géoscientifiques à l'échelle nationale.

L'une des recommandations principales de la Conférence des ministres des Mines en 1989 était d'accroître la collaboration entre les commissions géologiques des gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux afin de mieux coordonner la recherche. À cette fin, les hauts fonctionnaires de la Commission ont rencontré successivement tous leurs homologues provinciaux au cours de la dernière année. Ces consultations ont permis de mettre en place des mécanismes qui amélioreront la coordination des efforts.

Des progrès sensibles ont été accomplis au cours de la dernière année en ce qui a trait à la mise en œuvre du Programme national de cartographique géoscientifique du Canada (PNCGC). Les participants des milieux industriel, universitaire et gouvernemental se sont fixé des objectifs ambitieux : améliorer la qualité, la pertinence et l'exhaustivité de la base de données géologiques nécessaire pour répondre aux préoccupations de la société à l'égard de l'environnement, pour évaluer les risques naturels et pour exploiter les ressources.

Au cours de la dernière année, nous avons également vu augmenter la demande de données géoscientifiques pour comprendre plusieurs questions environnementales. La Commission étudie à nouveau les données tirées des carottes de glace et de sédiments en vue d'établir des critères premiers de comparaison pour déterminer et mesurer les changements à l'échelle planétaire. Ces renseignements sont mis à la disposition de tous les chercheurs qui s'intéressent aux questions environnementales.

Le fonds de connaissances sur le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, riche en sources d'énergie, sera élargi grâce au travail d'un consortium composé de la CGC et de six importantes sociétés pétrolières : La Compagnie des Pétroles Amoco Canada Ltée, Canadian Hunter Exploration Ltd, Esso Ressources Canada Ltée, Mobil Oil Canada Ltd, Pan Canadian Petroleum Limited et Petro-Canada. Des levés aéromagnétiques, effectués en collaboration, permettront à tous les participants de recueillir des

Northern Transportation Co. Ltd.

Le Canada, un pays polaire, vu dans un contexte polaire.

données à un coût modéré. Conformément aux termes de la convention, la CGC rendra toutes les données publiques après cinq ans.

Nous fondons aussi de grands espoirs sur le nouveau programme multidisciplinaire EXTECH (Exploration, Sciences et Technologie) dont le but est d'améliorer les concepts et les technologies applicables à l'exploration minérale. Les premiers résultats d'un projet pilote dans la région de Snow Lake, au Manitoba, auquel ont participé des scientifiques de la province et de l'industrie, sont très prometteurs pour l'exploration de gisements de sulfures massifs contenant des métaux communs.

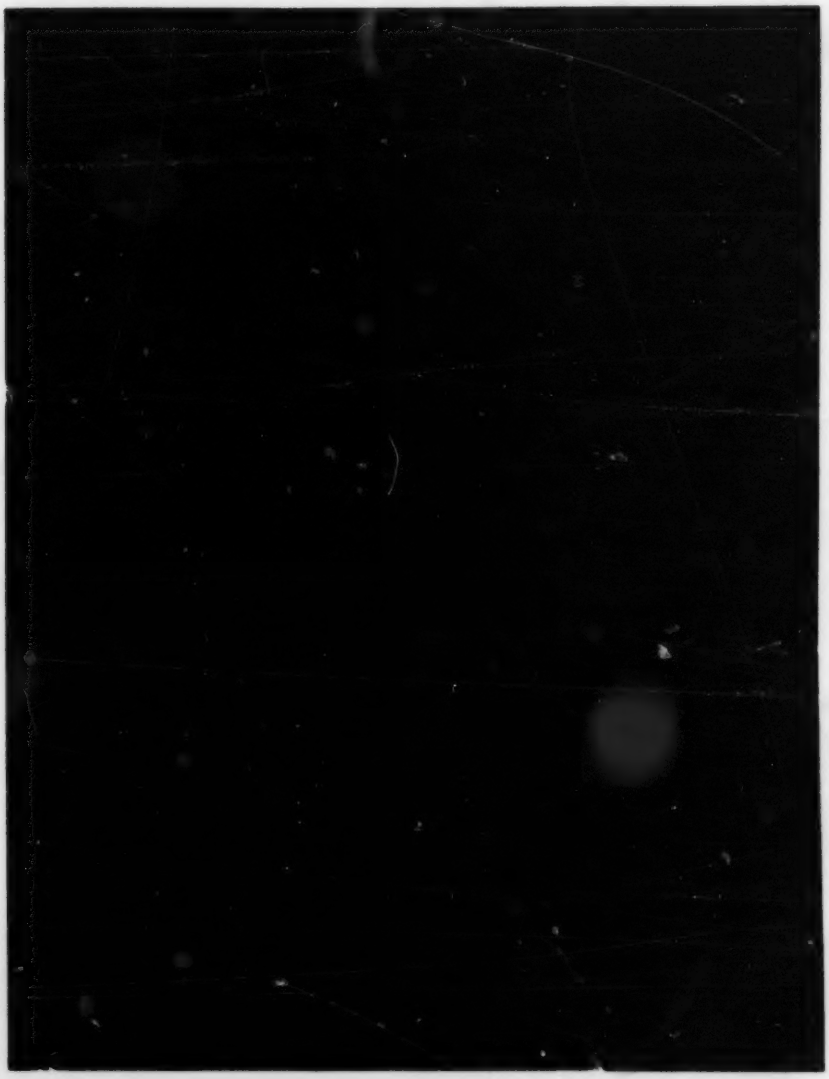
Il ne s'agit là que de quelques exemples parmi tant d'autres. Les pages qui suivent font état d'autres projets coopératifs des plus intéressants. Cette nouvelle ère de collaboration est bénéfique pour tous, mais elle le sera plus encore pour l'état de la recherche géoscientifique au Canada qui, à long terme, en sortira gagnante.

Elkanah A. (Ken) Babcock

Commission géologique du Canada : Introduction

Une tradition d'excellence

Depuis sa fondation en 1842, la Commission géologique du Canada met à la disposition des Canadiens des connaissances, des techniques et des compétences de la meilleure qualité possible dans le domaine de la géologie de la masse continentale et des régions situées au large des côtes du Canada, dans le domaine des ressources minérales et énergétiques et dans celui des facteurs naturels qui influent sur l'utilisation des terres et des fonds marins.



Photothèque de la CGC

Sir William Logan, fondateur et premier directeur (1842-1869) de la Commission géologique du Canada.

Notre personnel : un gage de succès pour l'avenir

La force d'un organisme comme la Commission géologique du Canada repose sur la compétence et les capacités d'un personnel hautement qualifié et très motivé. À cette fin, la CGC recrute les meilleurs jeunes spécialistes des sciences de la Terre disponibles, et elle s'efforce d'appuyer son personnel et de le motiver en lui proposant de nouveaux défis, des échanges de travaux ainsi que la participation aux conférences.

La CGC s'est toujours efforcée de réunir des spécialistes des sciences de la Terre de haut calibre; de plus, il est de tradition à la Commission d'engager chaque été environ 300 étudiants pour des travaux sur le terrain. Dans ce contexte, la Commission a créé le programme Jeunes scientifiques, qui permet aux jeunes chercheurs de s'associer à des scientifiques de carrière qui font autorité dans leur domaine. Ce programme vise à assurer une continuité aux réalisations que la Commission compte déjà à son crédit.

Dans le cadre de son ouverture à la communauté francophone, la CGC continue d'agrandir son bureau du Québec, en s'assurant qu'il offre des chances d'emploi partout au Canada et en intégrant pleinement ce bureau à ses programmes nationaux. La CGC adopte des mesures pour appuyer et promouvoir activement la contribution des femmes dans les domaines des sciences et de la gestion.

B. Beauchamp, CGC

a

b

B. Beauchamp, CGC

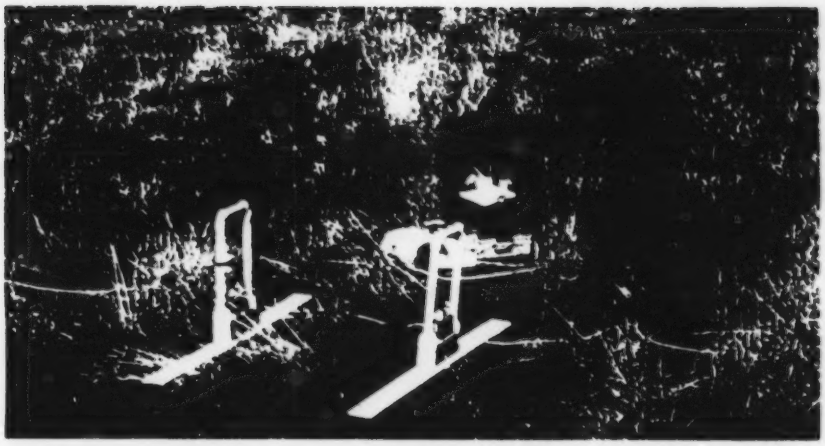
Des étudiants de la CGC au travail : (a) Jonathan Devaney examine des ichnofossiles de la Formation de Sabine Bay au Permien inférieur, péninsule Hamilton, île d'Ellesmere; (b) Carol Wall[illegible] examine des évaporites feuilletées du Permien précoce, Formation de Mount Bayley, île d'Ellesmere.

Une contribution à un Canada fort

Le travail effectué par la Commission a des répercussions considérables et contribue dans une large mesure au niveau de vie élevé dont jouissent les Canadiens. En voici quelques exemples :

- ***Développement économique :*** les renseignements sur la nature et l'emplacement des réserves pétrolières, gazières et minérales constituent une composante essentielle de la prospérité des industries de l'énergie et des minéraux;
- ***Sécurité du public :*** l'évaluation des risques naturels, comme les séismes, permet de fournir les renseignements nécessaires pour établir des codes du bâtiment adéquats et pour planifier l'utilisation rationnelle des terres;
- ***Protection de l'environnement :*** l'étude des phénomènes naturels, comme le pergélisol, permet de préserver les milieux fragiles lorsqu'ils sont visés par des projets de mise en valeur;
- ***Souveraineté :*** le soutien logistique apporté en matière de science polaire permet à plus de 1 000 chercheurs canadiens de travailler dans l'Extrême Arctique chaque été.

Les normes strictes et la tradition d'excellence de la Commission sont reconnues tant sur la scène nationale qu'internationale, tout comme son attachement à la promotion du travail multidisciplinaire et coopératif.



J. Pilon, CGC

Surveillance du pipeline de Norman Wells-Zama à l'aide du géoradar EKKO III en vue de tracer la limite entre la couche active et le pergélisol. Paul Laflèche, Alan Judge et Jean Pilon sont présents dans la photo.

Une présence à l'échelle nationale

Les installations de recherche de la Commission sont situées à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, à Sainte-Foy, au Québec, à Ottawa, en Ontario, à Calgary, en Alberta, et à Vancouver et à Sidney, en Colombie-Britannique. L'Étude du plateau continental polaire entretient des camps de base pour la recherche dans l'Arctique à Resolute et à Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, et sur une île de glace dans l'océan Arctique. Quant aux centres d'observation reliés aux réseaux nationaux de sismologie, de géomagnétisme et de géodynamique, on les retrouve un peu partout au pays. Des travaux sur le terrain sont menés tant sur le continent, souvent dans les régions les plus reculées du Canada, qu'au large des côtes.

Faits saillants des programmes

Y. Michaud, CGC

Le Centre géoscientifique de Québec se charge d'étudier la géologie des formations en surface dans le nord et dans l'est du Canada; ces travaux servent de point de départ aux études futures de géologie de l'environnement et de géologie de l'ingénieur. Sur la photo, Christian Bégin examine un grès quartzitique qui renferme des filons de charbon dans la péninsule Fosheim, île d'Ellesmere.

Les recherches de la Commission viennent appuyer les principaux objectifs économiques et politiques du gouvernement. Dans le but d'établir un lien clair et logique entre les activités de la Commission et les besoins de la société et des clients qu'elle dessert, une nouvelle structure a été élaborée et adoptée pour le programme en septembre 1989. Les six principaux éléments du programme sont les suivants : levés géoscientifiques, énergie, ressources minérales, environnement, information et logistique arctique. Les faits saillants du programme de recherche 1989-1990 que l'on trouvera ci-après sont regroupés en conséquence.

Levés géoscientifiques

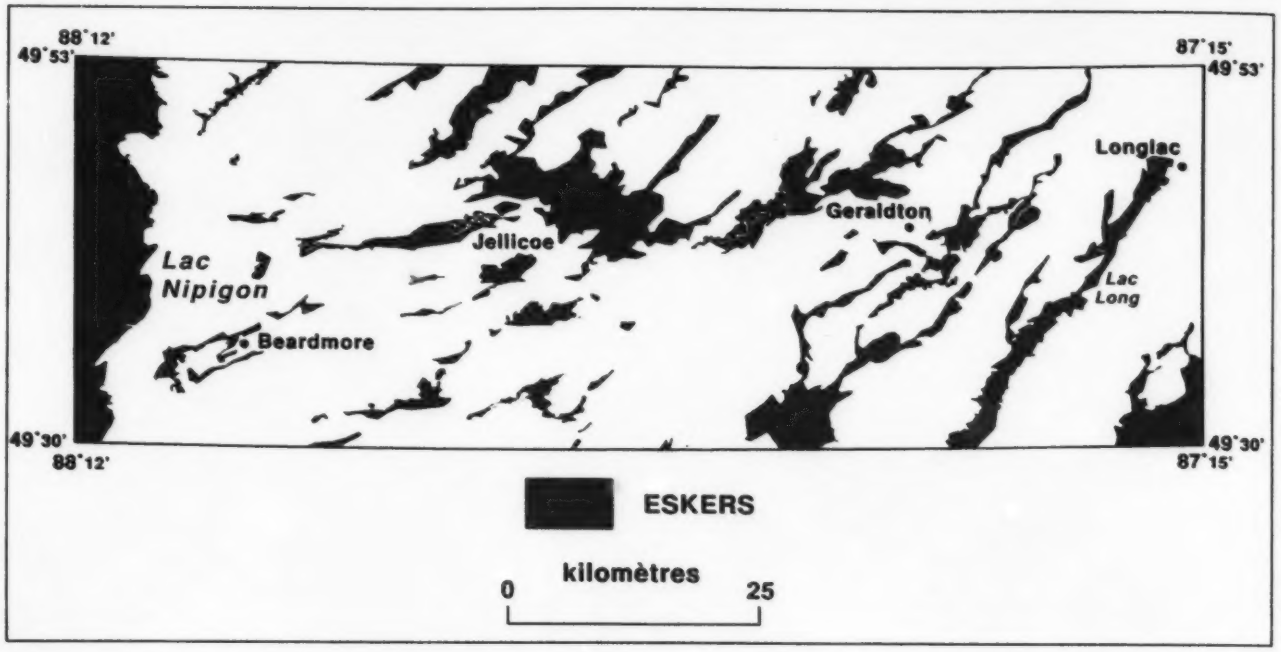
▶ Des consultations menées auprès d'homologues provinciaux et territoriaux ainsi qu'un atelier tenu à Toronto en mars 1990 et auquel ont participé des représentants de l'industrie, des universités et des gouvernements, ont permis de déterminer le cadre et les objectifs d'une nouvelle initiative importante appelée Programme national de cartographie géoscientifique du Canada (PNCGC). Le PNCGC est un programme coopératif et pluridisciplinaire visant à améliorer la qualité, la pertinence et l'état d'achèvement des cartes de la géologie des formations en surface ainsi que les bases de données s'y rapportant. Un comité directeur intérimaire a été mis sur pied pour veiller à la mise en œuvre du PNCGC.

▶ Dans les Appalaches du Québec et de Terre-Neuve, des travaux du Centre géoscientifique de Québec ont consisté initialement à étudier la structure et la sédimentologie dans le but de préparer un cadre propice à la métallogénie. Les travaux entrepris dans la province géologique de Grenville visaient à déterminer les unités géologiques critiques et les ensembles tectonostratigraphiques de la Réserve faunique des Laurentides, située entre Québec et Chicoutimi. Deux autres nouveaux projets feront appel à la collaboration du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec : un premier consistant à étudier les incidences tectoniques du complexe Bostonnais, dans la Mauricie, et un second qui

Chaque été, les géologues de la CGC effectuent des travaux sur le terrain dans des régions éloignées du Canada. Cette photo frappante d'un camp de base typique dans l'est de la presqu'île de Boothia, dans les Territoires du Nord-Ouest, prise par Tom Frisch, a gagné le premier prix au concours photographique de la CGC en 1989.

portera sur les liens géologiques existant entre certaines parties de la zone métasédimentaire de Grenville, dans l'ouest du Québec (région de Mont-Laurier) et en Ontario.

▶ La CGC a continué à participer au programme national LITHOPROBE, qui a pour but de « cartographier » la troisième dimension située sous la masse continentale canadienne et les océans limitrophes. Il convient de signaler en particulier un levé de sismique-réflexion effectué à Terre-Neuve afin de jeter une lumière nouvelle sur la structure des Appalaches, ainsi qu'un levé de sismique-réfraction exécuté en Colombie-Britannique en collaboration avec le U.S. Geological Survey et les universités canadiennes. Le succès de LITHOPROBE a aussi suscité des entreprises en participation avec l'industrie. Ainsi, au cours des levés effectués à



F.J. Kristjansson, CGO et L.H. Thorleifson, CGC

Dans le cadre de l'Entente sur l'exploitation minérale Canada-Ontario, la CGC et la Commission géologique de l'Ontario ont travaillé de concert sur la cartographie des formations en surface et à la prospection des sédiments glaciaires dans la zone de Beardmore-Geraldton, du nord de l'Ontario. On voit ici l'étendue des sédiments fluvioglaciaires de contact glaciaire comme les eskers. Des données sur l'or, les métaux communs et la distribution des indices de kimberlite dans les sédiments glaciaires, et un résumé de l'histoire de l'écoulement glaciaire dans la région accompagnent la carte.

Terre-Neuve, la société BP Canada Inc. a financé une partie des travaux effectués sur les lieux de la mine Buchans, en plus de fournir le soutien logistique nécessaire; l'interprétation des résultats des levés permettra de mieux comprendre la géologie de la région.

▶ De nouveaux profils de sismique-réflexion multicanale enregistrés par la CGC en travers de la dorsale Juan de Fuca, au large de la côte ouest du Canada, fournissent une « vision » de ce très actif centre d'expansion du fond océanique et des extraordinaires gisements de sulfure de fond marin qui lui sont associés. Les profils faciliteront le choix final des endroits de cette région où seront forés, en 1991, les trous prévus dans le cadre du Programme de sondage des fonds marins.

▶ D'autres nouveaux profils de sismique-réflexion multicanale au large de l'île de Vancouver ont permis aux scientifiques de la CGC de « voir » à des profondeurs de 25 km dans la zone de subduction Cascadia (où la plaque tectonique Juan de Fuca s'enfonce sous le continent nord-américain). Le principal contact de faille entre la croûte de l'océan Pacifique et le continent nord-américain sus-jacent se trouve juste au large de l'île de Vancouver, et les nouvelles données en fournissent une remarquable configuration. C'est le long de cette faille que des séismes de forte amplitude risquent de se produire.

▶ Quelque 5 600 kilomètres linéaires de données gravimétriques et bathymétriques ont été accumulés à l'occasion des levés marins exécutés dans le lac Huron et dans la baie Georgienne, ainsi que le

long de profils sismiques effectués dans les lacs Michigan et Huron, dans le cadre d'un projet coopératif, le Great Lakes International Multidisciplinary Program on Crustal Evolution (GLIMPCE), réunissant le U.S. Geological Survey, le Service hydrographique du Canada et le Centre canadien des eaux intérieures. Une carte préliminaire des anomalies de Bouguer a été produite, et les données gravimétriques seront utilisées en même temps que des ensembles de données aéromagnétiques et sismiques existantes pour élaborer des modèles intégrés de la structure de la croûte en place sous le lac Huron.

▶ Au Yukon, la feuille cartographique Glenlyon a été achevée. Des études effectuées sur le terrain dans la région de Carmacks ont donné lieu à la documentation d'un important séisme survenu en 1850, soit le plus ancien tremblement de terre connu au Yukon; les recherches ont en même temps permis de réunir des preuves que le mont Volcano a connu une éruption il y a 100 à 300 ans. L'explication de ces phénomènes géologiques à caractère catastrophique est de toute première importance pour satisfaire aux besoins d'aménagement et de sécurité.

▶ On a découvert dans les Territoires du Nord-Ouest les plus anciennes roches terrestres du globe. Elles ont environ 4 milliards d'années, soit juste un peu moins que l'âge de la Lune qui est de 4,6 milliards d'années.

Énergie

▶ La CGC et six grandes sociétés pétrolières (la Compagnie des Pétroles Amoco Canada Ltée, Canadian Hunter Exploration Ltd, Esso Ressources Canada Ltée, Mobil Oil Canada Ltd, Pan Canadian Petroleum Limited et Petro-Canada) ont signé en janvier 1990 une entente visant à entreprendre un levé aéromagnétique à haute résolution dans le sud de l'Alberta. Ces travaux devraient permettre de déterminer les liens qui existent entre la structure du soubassement et les sédiments appartenant au bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, qui recèle de grandes richesses énergétiques, et de fournir ainsi des données très peu coûteuses à tous les participants. Les travaux de levés seront exécutés au cours des trois ou quatre prochaines années. En vertu de l'entente, la CGC rendra les données publiques après cinq ans.

▶ Les préparatifs en vue d'effectuer une évaluation quantitative des ressources gazières du bassin sédimentaire de l'Ouest canadien sont bien engagés : la délimitation de zones gazifères dévoniennes dans les segments ouest et nord du bassin est presque terminée. En ce qui concerne les autres zones dévoniennes, les travaux devraient être terminés à la grandeur du bassin en 1990.

▶ L'évolution des bassins sédimentaires au cours des âges géologiques s'est accompagnée par la formation de champs de contraintes découlant de la pression exercée par le poids des sédiments

EMR

Des scientifiques de la CGC font partie d'une équipe de plus de 150 experts provenant de l'industrie, de la fonction publique et des universités, qui sont engagés dans une grande œuvre collective consistant à produire un atlas géologique du bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, riche en sources d'énergie.

et des forces crustales sur le bassin sédimentaire. Il a été démontré que l'intensité et la direction des champs de contraintes avaient des incidences tant sur l'accumulation des hydrocarbures que sur les moyens les plus efficaces employés pour les extraire. En 1989, la CGC a aidé à la création de cartes montrant la répartition et l'intensité des contraintes dans les bassins sédimentaires canadiens. La question suscite de plus en plus d'intérêt par rapport au bassin de l'Ouest canadien, particulièrement en ce qui a trait à la conception et à la mise en œuvre de techniques de récupération améliorées et plus appropriées.

▶ Dans l'Arctique de l'Ouest, la modélisation de données de sismique-réfraction enregistrées à partir de l'île de glace a révélé la présence de grands bassins sédimentaires jusqu'à présent inconnus et renfermant au moins 12 km de strates sédimentaires le long de la côte nord-ouest de l'île Ellesmere. Les premières études donnent à penser que les bassins pourraient ressembler aux bassins de la mer de Beaufort, ce qui permettrait de présumer qu'ils pourraient aussi recéler du pétrole et du gaz naturel. Les recherches de la CGC ont aussi permis d'augmenter les connaissances sur le potentiel en hydrocarbures du bassin Bowser, dans le nord-ouest de la Colombie-Britannique, ainsi que du bassin Chilcotin-Nechako.

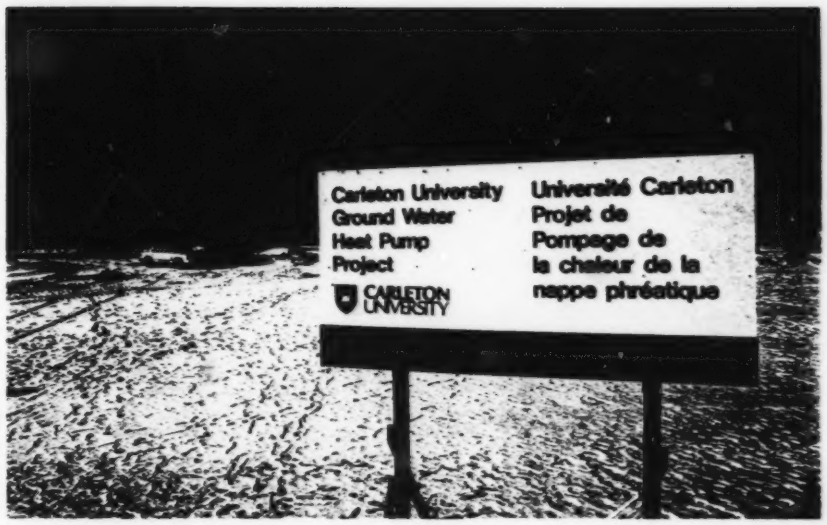
▶ Les scientifiques de la CGC ont collaboré avec des homologues de l'Institut Français du Pétrole pour appliquer le modèle informatisé THEMIS sur l'évolution des bassins

et sur la maturation et la migration des hydrocarbures vers le bassin Williston, dans le sud de la Saskatchewan, au Dakota du Nord et au Montana.

Ressources minérales

▶ Des études par diagraphies de sondage ont été menées en étroite collaboration avec des sociétés minières à Bathurst, au Nouveau-Brunswick, à Kemptville et à Moose River, en Nouvelle-Écosse, et à Timmins, en Ontario. À ce dernier endroit, l'essai de démonstration d'une méthode innovatrice de mise à la masse (un type d'essai géophysique effectué dans un trou de sondage) a eu pour conséquence une augmentation appréciable des réserves estimées dans le gisement de nickel Redstone.

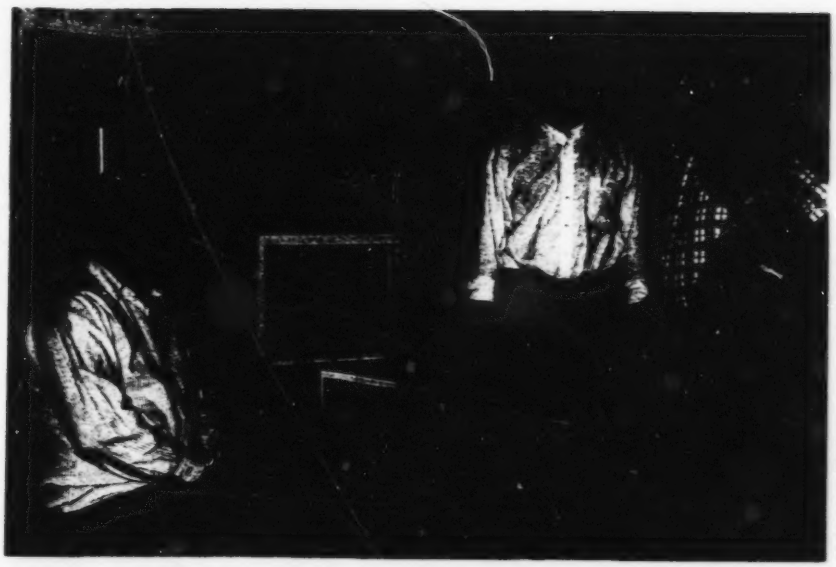
▶ Des travaux de cartographie géologique détaillée dans les Territoires du Nord-Ouest ont permis de réunir des données intéressantes concernant le potentiel minier en jetant de la lumière sur la structure et la stratigraphie de deux zones de roches vertes, l'une dans la région du lac Tehek et de la rivière Meadowbank, au nord de Baker Lake, et l'autre près de Rankin Inlet. Ces études permettent d'explorer avec plus d'efficacité les gisements aurifères stratoïdes et les principales zones de cisaillement remontant à l'archéen.



DTEER/CANMET

Les compétences exceptionnelles de la CGC en matière de diagraphies de sondage ont été mises à contribution pour faciliter la mise au point d'une thermopompe souterraine pour l'université Carleton, à Ottawa. L'installation, actuellement en service, devrait réduire de 450 000 $ par année la facture de mazout de l'université.

▶ Les recherches sur les minéraux du fond océanique ont continué à s'intensifier avec l'annonce que les gisements de sulfures massifs sous-marins situés sur la dorsale Juan de Fuca feraient l'objet de forages en 1991, dans le cadre du Programme international de sondage des fonds marins. L'année en cours a été marquée par une grande réalisation : on a réussi à prélever et à analyser l'eau dans les pores des sédiments autour des évents hydrothermaux que l'on trouve sur les fonds marins. Les gradients chimiques observés dans ces fluides fournissent un nouvel éclairage sur les modes d'altération hydrothermale associés à l'importante classe SEDEX de gisements plombo-zincifères. Cela devra peut-être se traduire directement par de nouveaux critères d'exploration.



G. Lemieux, CGC

Un projet pluridisciplinaire intégré destiné à améliorer les concepts et les techniques applicables à l'exploration des régions susceptibles de recéler des gisements massifs de sulfures de métaux communs a été amorcé dans la région de Snow Lake, au Manitoba. Le but du projet EXTECH (Exploration, Science et Technologie) est d'élaborer des modèles intégrés de gisement, des techniques améliorées de géophysique aérienne, terrestre et par sondage, des méthodes géochimiques de surface et des techniques d'intégration des données du SIG (Système d'information géographique). Comme premier résultat important faisant suite aux études du Snow Lake, on peut mentionner l'identification d'un marqueur stratigraphique zincifère coiffant la masse minéralisée du lac Chisel. La photo présente Ramesh Reddy, Ray Hétu, Danny Wright, Bill Coker et Doreen Ames de l'équipe multidisciplinaire du projet EXTECH.

▶ Au Québec, on a procédé à la cartographie détaillée de gisements de sulfure situés dans les régions estriennes d'Upton et d'Acton Vale. Les travaux se poursuivent sur des exhalites et une minéralisation de sulfures associés aux shales noirs de ces deux régions. Dans la province de Grenville, on a entrepris l'étude du prolongement de la zone de roches vertes archéennes (zone de l'Abitibi) dans la série de Grenville, avec l'intention de déterminer des zones propices à l'exploration de métaux communs.

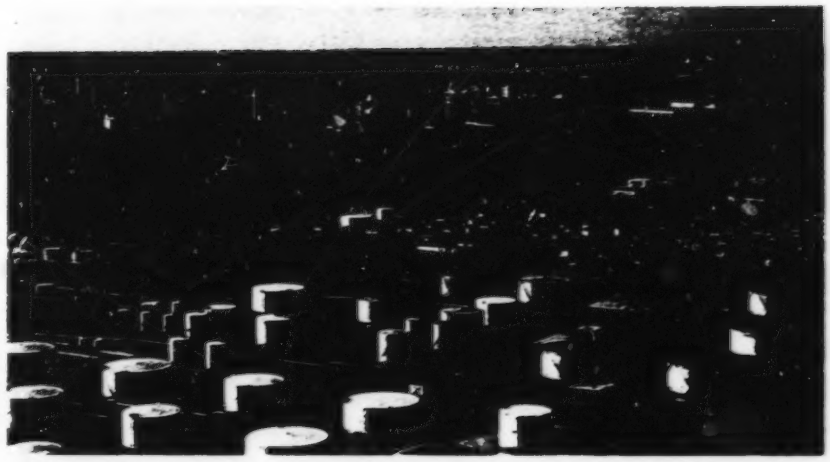
▶ Dans le cadre du programme en cours visant à réviser les cartes géologiques périmées, les scientifiques de la CGC ont découvert que les strates aurifères associées au riche gîte aurifère d'Eskay Creek, en Colombie-Britannique, se prolongent sur au moins 50 km au nord et au sud du gisement découvert. Jusque-là, on n'accordait à cet horizon aucun potentiel économique en gisements minéraux de métaux précieux.

▶ À l'occasion d'un projet conjoint de cartographie étalé sur une durée d'un an au Yukon, les géologues de la CGC et du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien ont fait deux importantes découvertes de minéraux, soit des gisements de métaux communs (sulfures de plomb et de zinc). Une coordination logistique établie avec une firme d'experts-conseils en géologie à l'œuvre dans la région a permis de mener à terme, en seulement trois mois, les travaux sur le terrain pour trois quadrilatères de cartes à 1/50 000.

Environnement

▶ La CGC a lancé un nouveau programme de géochimie environnementale faisant appel aux données géochimiques fondamentales, à la radioactivité naturelle, à l'acidité naturelle et à l'hydrogéologie. En guise d'exemples des travaux en cours, on peut mentionner : une évaluation effectuée avec le ministère de l'Environnement et de la Sécurité publique de la Saskatchewan d'un problème potentiel découlant du déclassement de certaines mines d'uranium à ciel ouvert; la cartographie aérienne et au sol de la radioactivité afin de déterminer le danger potentiel dû à l'exposition au radon dans les bâtiments sur divers types de sols dans le sud du Manitoba; une étude effectuée avec Santé et Bien-être social Canada pour évaluer les dangers potentiels dus à l'exposition au radon dans les réserves indiennes à travers le Canada; ainsi qu'une analyse visant à déterminer l'ampleur de la contamination due à l'arsenic employé dans les agents de préservation du bois appliqués sur les équipements de jeu pour enfants dans les parcs publics.

▶ La CGC exploite un réseau fédéral d'observatoires sismologiques afin de surveiller la sismicité et d'évaluer les dangers dus aux tremblements de terre. Notons en particulier le plus grand séisme à survenir dans l'Est du Canada en 65 ans : il a eu lieu le jour de Noël 1989 dans l'intérieur inhabité de la péninsule d'Ungava, tout à fait au nord du Québec. Il a été fortement ressenti dans les localités

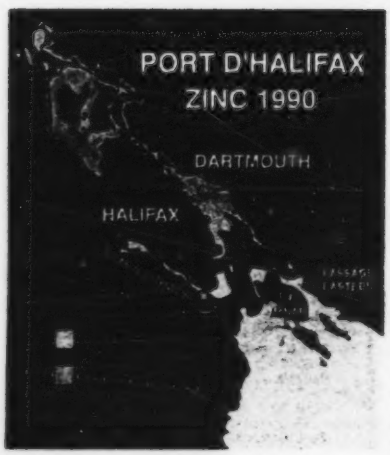


R. Belanger, IOB

isolées du littoral, mais on n'a signalé aucun dégât. Les données sismiques connaissent d'autres applications; ainsi, les données provenant de la station sismographique de la CGC à Inuvik ont été utilisées pour faciliter l'enquête sur l'écrasement d'un CF-18, survenu le 29 janvier, près de l'aéroport d'Inuvik. La CGC a remis à la commission d'enquête une analyse de l'enregistrement sismique démontrant que l'impact et l'explosion s'étaient produits simultanément.

▶ En mars 1990, la CGC a exécuté la première phase d'un mégatransect terre-mer de la zone littorale de la mer de Beaufort. Cette étude pluridisciplinaire de la géologie des milieux pergélisolés du Quaternaire ainsi que des conditions géotechniques de la plate-

La CGC, Pêches et Océans Canada et Environnement Canada ont publié un rapport en collaboration concernant la qualité de l'environnement marin dans le port d'Halifax. Les résultats montrent que le niveau de contamination par les métaux lourds dans le port est supérieur aux niveaux qui sont observés dans les autres ports de l'Est du Canada. Ils indiquent aussi, toutefois, que la plupart des métaux sont emprisonnés dans les sédiments et qu'ils sont tout à fait insolubles dans les conditions actuelles. Les recherches se poursuivent afin de déterminer dans quelle mesure ces métaux pourraient subir une réactivation chimique par l'installation éventuelle d'un dispositif d'épuration des eaux d'égout.



D.Buckley et K. Hale, CGC

Répartition du zinc métallique dans le premier centimètre supérieur des sédiments du port d'Halifax. Les concentrations les plus élevées de ce contaminant se trouvent dans le bassin de Bedford et à proximité des sites industriels, des sites de décharge et des principaux points de rejet des égouts.

forme de Beaufort se déroule dans la zone de la construction éventuelle d'un oléoduc provenant du champ pétrolifère Amauligak.

▶ Des études volcanologiques et des travaux de cartographie effectués récemment dans l'ouest du continent nord-américain indiquent la possibilité d'une éruption volcanique quelque part à l'intérieur de la Cordillère canadienne au cours des 100 prochaines années. La CGC a entrepris la préparation d'un plan d'intervention approprié.

▶ Le profil stratigraphique constitue un miroir fidèle de l'évolution de l'environnement; à partir de ce miroir, il est possible de reconstituer les changements à l'échelle planétaire intervenus dans le passé, d'observer les changements contemporains et de prédire les répercussions à venir. C'est pourquoi la CGC a une importante contribution à fournir au programme international sur le changement planétaire. En 1989-1990, la CGC a aménagé dans la vallée du Mackenzie un deuxième « observatoire » du changement planétaire afin de servir de complément à celui de Hot Weather Creek, dans l'île Ellesmere. Dans les deux régions, les variables environnementales déterminant la répartition de la végétation, les vitesses d'évolution géomorphologique, les conditions de la glace dans le sol ainsi que le pergélisol font tous l'objet d'observations, d'enregistrements et d'analyses.

▶ La compilation et l'interprétation de données ont été entreprises pour une série de cartes paléo-environnementales (d'intervalles de temps choisis) pour le nord du continent nord-américain; ces cartes décrivent des données océanographiques et la répartition de la glace de glacier, des mers, des principaux lacs, de la végétation et des zones pergélisolées. Les cartes, qui s'appuient sur une vaste base de données paléoécologiques, constitueront un guide utile dans l'évaluation des changements qui surviendront dans les conditions environnementales de la région. Une autre série de cartes décrira les effets possibles des changements environnementaux sur les processus géologiques et leurs répercussions éventuelles sur la masse continentale du Canada.

▶ Une équipe formée de représentants de la CGC, des universités et de l'industrie a fait une découverte susceptible d'avoir importantes conséquences archéologiques. En effet, en étudiant une carotte de sédiments extraite de la plate-forme continentale, juste au nord de l'île de Vancouver, elle a trouvé la première preuve irréfutable qu'il y a 10 500 ans, le niveau de la mer de cette région était d'au moins 95 m plus bas par rapport au continent. Les résultats révèlent aussi que lorsque le niveau de la mer s'est élevé, le tout s'est déroulé avec une rapidité inhabituelle. Si des êtres humains habitaient la côte ouest il y a 10 000 ou 11 000 ans, comme c'est d'ailleurs probable, ils ont pu occuper de grandes étendues de la plate-forme continentale qui sont aujourd'hui recouvertes par la mer.

D. St-Onge, CGC

Kelly Thompson, assistante de terrain, travaille au laboratoire sur le terrain de l'observatoire du changement planétaire de la CGC au ruisseau Hot Weather, dans l'île d'Ellesmere. Elle introduit des données sur l'hydrologie des sols dans un ordinateur portatif alimenté au moyen de panneaux solaires. Paul Hamilton, chercheur au Musée national des sciences naturelles, traite des échantillons d'eau de lac et d'étang.

R. De Launais, CGC

Forum 1990, Ottawa, Ontario – Janet King explique ses recherches à Dan Kontak, Nova Scotia Bureau of Mines.

Information

▶ Le Forum annuel sur les travaux en cours de la CGC, tenu à Ottawa en janvier 1990, avait pour thème l'Arctique; il s'est tenu en même temps que le premier Colloque des minéraux. Ces deux événements ont attiré plus de 900 personnes, dont plusieurs représentants de l'industrie et des universités. Le colloque géoscientifique sur le charbon de l'Ouest du Canada de 1989, parrainé conjointement par la CGC et les commissions géologiques de l'Alberta et de la Colombie-Britannique, fut aussi une importante occasion d'échanges.

▶ Les scientifiques de la CGC ont participé à une populaire série de conférences publiques portant sur les risques géologiques en Colombie-Britannique. Parrainées par la Vancouver Natural History Society et l'Association géologique du Canada, ces conférences portaient sur les séismes, les volcans, les glissements de terrain et les effets potentiels du réchauffement de la planète sur la stabilité des côtes et les inondations en terrain montagneux.

▶ Un numéro spécial du trimestriel scientifique GEOS, constitué en bonne part de communications rédigées par des chercheurs de la CGC, a donné un aperçu de la contribution de la CGC à la recherche sur le changement planétaire. La publication a reçu un accueil enthousiaste de la part de la communauté scientifique et du public.

▶ La coopération entre la CGC, les commissions géologiques provinciales et le Comité national des commissions géologiques a donné le jour au nouveau Répertoire canadien des données géoscientifiques. Ce recueil vient compléter utilement le fonds de documentation informatisée.

Coopération internationale

▶ Le Programme canado-soviétique d'échange de connaissances scientifiques sur l'Arctique a connu un vif succès; il a donc été prolongé de deux ans lors de la négociation d'un nouveau protocole à Leningrad en septembre 1989. Les travaux en collaboration ont permis de dresser une importante carte géologique circumarctique à l'échelle de 1/6 000 000 (voir l'illustration en

page couverture) et de préparer des cartes paléogéographiques et des cartes de corrélation de la région circumpolaire arctique, lesquelles doivent être terminées sous peu. Ces cartes contribueront à l'interprétation et à la mise en valeur du bassin de l'océan Arctique. Une carte de la géologie des formations en surface de la partie continentale de l'Amérique du Nord a aussi été dressée; elle sera intégrée à une carte de la géologie des formations en surface de l'Arctique qui sera publiée en collaboration avec les Soviétiques.

▶ La CGC s'est chargée de la supervision scientifique de levés géophysiques aéroportés en Thaïlande et au Zimbabwe, travaux financés par l'Agence canadienne de développement international (ACDI). Les deux projets ont été menés à terme cette année et ont rapporté des contrats importants à l'industrie canadienne des services géophysiques.

Au-delà des frontières : la coopération Canada – États-Unis.

La géologie ignore les frontières politiques. Aussi la collaboration entre la Commission géologique du Canada et le U.S. Geological Survey (USGS) s'est-elle développée au point d'aller pour ainsi dire de soi. Les deux parties ont largement profité de ce partage du travail et des compétences.

L'étude en collaboration de la structure profonde sous les Grands Lacs a donné des résultats spectaculaires, qui se sont traduits par une nouvelle compréhension de la structure géologique de cette région unique au monde. Les échanges de données, d'équipement et de personnel ont permis d'effectuer des travaux importants à un coût raisonnable. La délimitation saisissante d'un rift médiocontinental à laquelle ces travaux ont donné lieu a attiré l'attention partout dans le monde. Voici d'autres exemples :

▶ Un projet en collaboration de cartographie géologique et géochimique a commencé ou est en préparation pour les régions situées le long des frontières communes (c.-à-d. Alaska-Yukon, Québec-Maine). Des études comparatives, effectuées en collaboration, de venues particulières de minéraux sont en cours.

▶ La mise en commun permanente des instruments de sismique-réflexion a amené des scientifiques américains à travailler dans le sud de la Colombie-Britannique, et des scientifiques de la CGC à travailler en Alaska.

▶ La planification en collaboration, en particulier pour des études sur l'Arctique, est chose fréquente.

▶ Sur la côte ouest, des études en collaboration de la zone de subduction Cascadia sont essentielles à la compréhension de son histoire et permettront peut-être d'éclairer l'activité sismique future de cette région.

I. Jonasson, CGC

Le travail collaboratif Canada/États-Unis en secteur extracôtier pour l'étude de la dorsale Juan de Fuca assure la meilleure utilisation possible de l'équipement hautement spécialisé et du coût élevé des navires. On aperçoit ici la récupération du submersible américain « Alvin » à la suite d'une croisière conjointe.

M. Cecile, CGC

Dans le cadre d'une collaboration conjointe de scientifiques du Canada et de l'URSS aux termes du programme d'échanges scientifiques Canada/ URSS pour l'Arctique, Hans Trettin de la CGC montre le col Yelverton, dans le nord de l'île d'Ellesmere, et explique à ses collègues soviétiques Boris Lopatin (à gauche) et Michael Kos'ko comment le terrain allochtone de la Pearya s'est accolé à l'Arctique canadien.

▶ La CGC collabore avec le Pan American Institute of Geography and History et participe à une série d'ententes bilatérales informelles avec divers pays d'Amérique latine en vue d'aider ces derniers à produire leur carte gravimétrique respective. La carte gravimétrique du Vénézuéla, la première de cette série, a été publiée récemment par l'Universidad Simon Bolivar et la Direccion de Cartografia Nacional. La deuxième, celle de la Bolivie, est en préparation.

Subventions de recherche

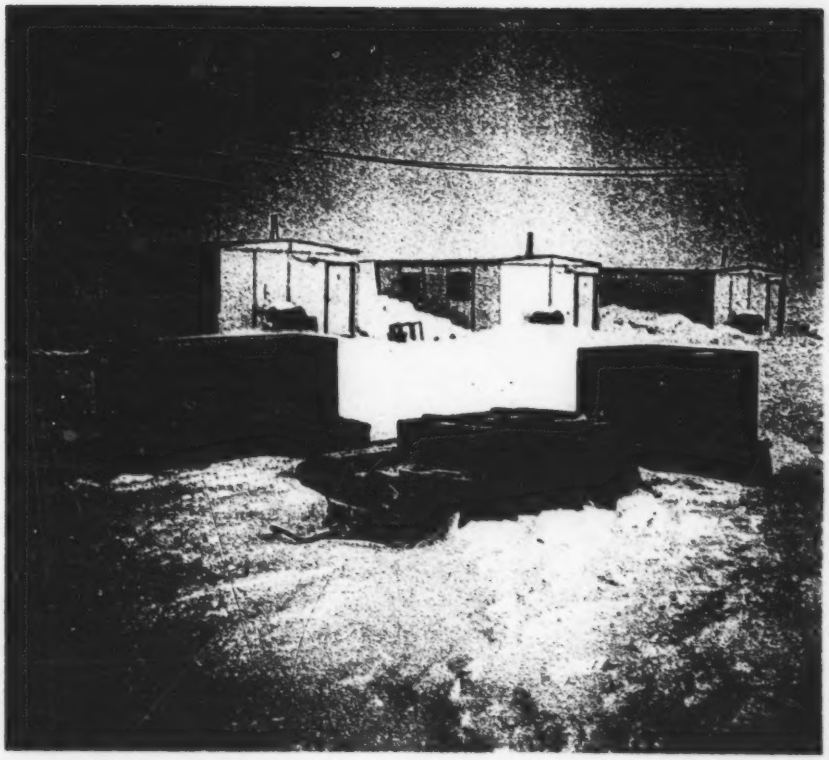
▶ Les fonds du Programme des conventions de recherche d'EMR ont augmenté de 50 % (à deux millions de dollars) suite à l'entente de coopération financière intervenue avec le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie. En 1990, la CGC, qui administre ce programme au nom d'EMR, a pu accorder 209 subventions à des personnes relevant de 39 centres de recherches au Canada, ce qui représente une augmentation substantielle par rapport aux 178 subventions accordées l'an dernier.

Étude du plateau continental polaire

L'Étude du plateau continental polaire (ÉPCP) possède un réseau de soutien logistique de haut calibre dont se servent les scientifiques désireux de mener, en toute sécurité et avec le meilleur coefficient d'efficacité possible, des recherches dans l'Arctique canadien. L'ÉPCP a connu en 1989 l'une de ses saisons de travaux sur le terrain les plus productives. Elle a apporté un soutien logistique à 220 groupes de recherche provenant d'organismes fédéraux et territoriaux et d'universités canadiennes ainsi qu'à 13 artistes travaillant dans le cadre du programme Cap sur l'Arctique, financé conjointement par l'ÉPCP et le Conseil des arts du Canada.

▶ Ayant terminé cette année un programme ambitieux de rénovation et de construction, d'une durée de deux ans, de ses installations aux camps de base de Resolute et de Tuktoyaktuk, l'ÉPCP est maintenant prête à répondre aux exigences croissantes de la recherche scientifique dans l'Arctique canadien, et ce, jusqu'au-delà du tournant du siècle.

▶ La station de recherche de l'île de glace a aussi été modernisée. Sur cette plate-forme exceptionnelle, à la dérive dans l'océan Arctique, le Conseil national de recherches du Canada et l'Université Memorial ont mené une étude conjointe portant sur la structure des glaces.



B. Hyyck, ÉPCP

La station de recherche de l'île de glace, qui flotte à la dérive dans l'océan Arctique, offre à des scientifiques œuvrant dans une gamme de domaines une occasion unique d'étudier cette région relativement inconnue. On aperçoit des komatiks (traîneaux) sur la « rue Principale » de l'île de glace.

M. Nobert, ÉPCP

Depuis longtemps, l'ÉPCP veille à mettre les collectivités du Nord au courant de ses activités et des initiatives scientifiques dans l'Arctique. Ici, des étudiants de l'école Qarmartalik à Resolute, dans les Territoires du Nord-Ouest, examinent une version toute nouvelle en Inuktitut d'une brochure de l'ÉPCP.

▶ L'ÉPCP a appuyé d'autres projets d'envergure : une étude hydrologique englobant la climatologie, la végétation et le sol à l'observatoire sur le changement planétaire de l'Extrême Arctique, à Hot Weather Creek, dans l'île Ellesmere; un relevé bathymétrique de reconnaissance effectué par la CGC et Pêches et Océans Canada au nord du passage Parry; des études sur la faune menées par les gouvernements du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest et le Musée national des sciences naturelles; enfin, le projet sino-canadien sur les dinosaures.

▶ L'ÉPCP, le Service de l'environnement atmosphérique et Parcs Canada ont entrepris un projet à long terme de nettoyage de l'Arctique qui prévoit l'enlèvement de 4 800 barils de pétrole vides à Eureka, dans l'île Ellesmere. Ces barils seront ramenés dans le sud aux fins de recyclage.

Pour plus de renseignements, s'adresser à :

Étude du plateau
continental polaire
Pièce 6128
344, rue Wellington
OTTAWA (Ontario)
K1A 0E8

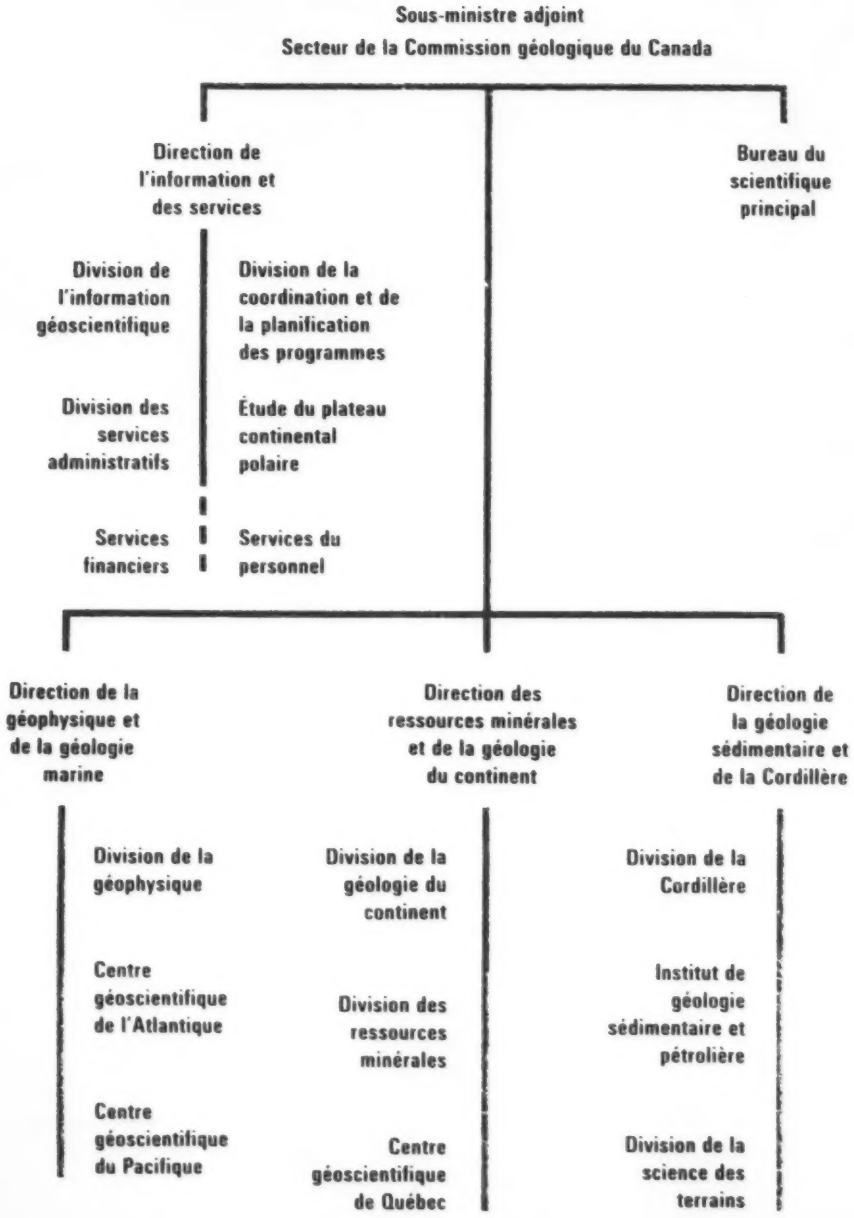
Téléphone : (613) 990-6990
Télécopieur : (613) 990-1508

« Pourquoi vais-je dans le Nord ? Le Nord m'attire comme m'attire le bleu insondable de l'océan, l'étendue sans bornes du ciel, le vide si plein qu'il en est enivrant. »

Photographie et extrait du journal de Marten Berkman, participant au programme « Cap sur l'Arctique »

Le programme « Cap sur l'Arctique » apporte un soutien logistique aux artistes et écrivains canadiens qui désirent travailler dans l'Arctique. Il est financé conjointement par l'ÉPCP et le Conseil des arts du Canada, qui en choisissent annuellement les participants. -

Organigramme



Comment nous joindre

Nouvelle-Écosse
Centre géoscientifique de l'Atlantique
Commission géologique du Canada
Institut océanographique de Bedford
Promenade Challenger, C.P. 1006
Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 4A2
Renseignements : (902) 426-8513
Télécopieur : (902) 426-4266

Québec
Centre géoscientifique de Québec
Commission géologique du Canada
2700, rue Einstein, C.P. 7500
Sainte-Foy (Québec) G1V 4C7
Renseignements : (418) 654-2604
Télécopieur : (418) 654-2615
Bureau des publications : (418) 654-2677

Ontario
Administration centrale
Commission géologique du Canada
601, rue Booth
Ottawa (Ontario) K1A 0E8
Renseignements : (613) 996-3919
Télécopieur : (613) 996-9990
Bureau des publications : (613) 995-4342
Télécopieur : (613) 943-0646

Alberta
Institut de géologie sédimentaire et pétrolière
Commission géologique du Canada
3303, 33e Rue nord-ouest
Calgary (Alberta) T2L 2A7
Renseignements : (403) 292-7000
Télécopieur : (403) 292-5377
Bureau des publications : (403) 292-7030

Colombie-Britannique
Division de la Cordillère
Commission géologique du Canada
100, rue Pender ouest
Vancouver (Colombie-Britannique) V6B 1R8
Renseignements : (604) 666-0529
Télécopieur : (604) 666-1124
Bureau des publications : (604) 666-0271

Centre géoscientifique du Pacifique
Commission géologique du Canada
9860, chemin Saanich ouest
Sidney (Colombie-Britannique) V8L 4B2
Renseignements : (604) 356-6500
Télécopieur : (604) 356-6565

Profil de l'organisation

Dans la foulée de l'évaluation de l'efficacité de la structure organisationnelle de la Commission, une réorganisation mineure a eu lieu en septembre 1989. Elle faisait suite aux préoccupations d'ordre administratif exprimées à tous les niveaux et a été effectuée à la demande des directeurs de divisions de la CGC. Les nouvelles unités sont les suivantes :

Direction de la géophysique et de la géologie marine

La Direction de la géophysique et de la géologie marine recueille, interprète et diffuse les renseignements géophysiques portant sur la masse continentale du Canada ainsi que les renseignements géoscientifiques marins portant sur les côtes et les zones extracôtières du pays.

La Direction exploite des centres d'observation nationaux sur la sismologie, la géodynamique et le géomagnétisme, et elle est responsable des programmes nationaux de cartographie des champs gravitationnels et magnétiques de la Terre. Elle établit les normes relatives aux contrats de levés aéromagnétiques et gère les contrats. Elle fournit des connaissances et des renseignements spécialisés portant sur les risques naturels comme les séismes et les orages magnétiques. La Direction procède en outre à des études géoscientifiques des côtes et des zones extracôtières; elle fournit des renseignements géologiques, géochimiques et géophysiques spécialisés sur les côtes, les fonds marins, les bassins sédimentaires marins et les processus qui affectent l'écorce terrestre. Enfin, elle contribue à l'évaluation des ressources, des risques et de la qualité de l'environnement des vastes régions côtières et extracôtières du Canada.

R. De Launais, CGC

Janet Drysdale et Maurice Lamontagne mettent à l'essai des appareils sismographiques de terrain près de Buckingham, au Québec.

Direction des ressources minérales et de la géologie du continent

R.T. Bell, CGC

La cartographie géologique : Sunil Gandhi à la zone magmatique de Great Bear, Territoires du Nord-Ouest.

La Direction comprend la Division de la géophysique, qui a ses bureaux à Ottawa, en Ontario, le Centre géoscientifique de l'Atlantique, situé à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, et le Centre géoscientifique du Pacifique, à Sidney, en Colombie-Britanique.

Par des projets individuels et coopératifs, la Direction des ressources minérales et de la géologie du continent contribue à remplir le mandat de la Commission en fournissant un fonds national de connaissances géoscientifiques sur les ressources minérales du Canada, sur la géologie du Bouclier canadien et de la région des Appalaches, et sur la géologie de la croûte terrestre et la géophysique à grande profondeur de la masse continentale du Canada.

Deux des trois divisions de la Direction se trouvent à Ottawa. La Division de la géologie du continent mène des études géologiques des zones à découvert du Bouclier précambrien et examine, en procédant à des études géophysiques, la géologie du Bouclier et du socle rocheux sur lequel repose la couverture sédimentaire. La Division des ressources minérales est, quant à elle, responsable de la recherche portant sur les gisements de minéraux. Elle développe des modèles et met au point la technologie en vue d'aider à la détermination et à l'évaluation des ressources minérales, et elle exploite des laboratoires chimiques et minéralogiques à la fine pointe du progrès.

Le Centre géoscientifique de Québec, situé à Sainte-Foy, au Québec, a été inauguré officiellement en novembre 1989. Il s'agit d'une entreprise conjointe avec l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). Le Centre s'intéresse prin-

cipalement à la géologie et à la métallogénie des provinces géologiques de Grenville et des Appalaches ainsi qu'aux études portant sur le Quaternaire de l'Est du Canada.

Direction de la géologie sédimentaire et de la Cordillère

La Direction de la géologie sédimentaire et de la Cordillère est chargée de diffuser des renseignements et des connaissances géoscientifiques sur les bassins sédimentaires de l'Ouest et de l'Arctique canadiens, sur la Cordillère et sur l'environnement physique du Canada. Dans ce dernier cas, elle étudie les dépôts meubles et procède à des études géophysiques, techniques et autres relativement à l'utilisation des terrains et aux risques qu'ils présentent.

La Direction est chargée d'entreprendre des études géologiques du substrat rocheux de l'Ouest et de l'Arctique canadiens et des études géologiques des formations en surface partout au pays. Elle est chargée de coordonner l'évaluation des ressources pétrolières, gazières et houillères ainsi que les programmes géoscientifiques des régions pionnières de l'Ouest et de l'Arctique canadiens. Elle analyse et évalue les ressources des bassins sédimentaires de l'Ouest et de l'Arctique canadiens, qui sont riches en sources d'énergie, et elle étudie les sources d'énergie géothermique de la Cordillère.

La Direction est le principal organe de la Commission en matière de recherche portant sur les aspects géoscientifiques des changements planétaires et en matière d'activités internationales associées aux changements climatiques. Elle procède à des études sur les processus géo-

B.Richards, CGC

Parc provincial sauvage de Willmore, dans le chainon frontal des Rocheuses, en Alberta.

Importantes nouvelles publications

SAVIEZ-VOUS QUE la Commission géologique du Canada a publié plus de 6 200 pages de textes à caractère scientifique et près de 11 000 pages de dossiers publics en 1989-1990 ? En comparaison, la revue hebdomaire la plus importante du Canada publie environ 5 000 pages par année !

◄ **L'Atlas du bassin de la mer du Labrador**, le premier d'une série d'atlas portant sur les bassins de la côte est a été publié alors que d'autres sont en préparation. On prévoit publier l'atlas relatif à la plate-forme Néo-écossaise en mars 1991, et les données relatives à l'atlas des Grands Bancs devraient être soumises à la révision scientifique à l'automne de 1990.

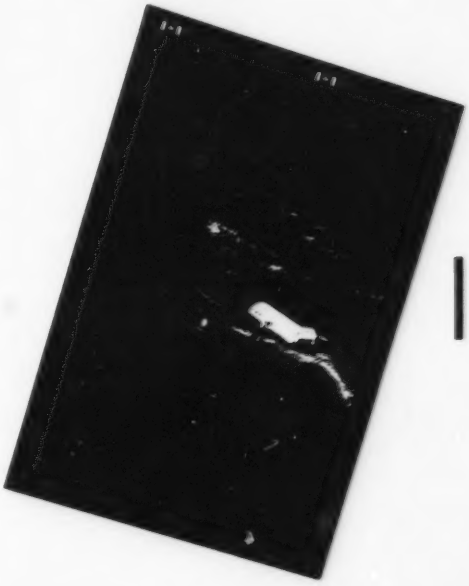
◄ Le premier volume de la série *Géologie du Canada*, intitulé **Le Quaternaire du Canada et du Groenland**, est paru en janvier 1990 en français et en anglais. Résultat du travail de 63 chercheurs des gouvernements fédéral et provinciaux, des universités et de l'industrie, cet ouvrage s'imposera comme l'outil de référence par excellence pour ce qui est de la géologie du Quaternaire au Canada. Les deux volumes suivants de la série sont sur le point de voir le jour : *Géologie de la marge continental de l'Est du Canada* et *Géologie de l'orogène innuitien et de la plate-forme de l'Arctique du Canada et du Groenland.*

▲ Publié en avril 1989, **Les ressources canadiennes en charbon** a reçu un très bon accueil de la part de l'industrie canadienne du charbon qui estime qu'il s'agit de l'évaluation la plus complète de cette ressource jamais faite au Canada.

► L'étude exhaustive des minéraux présents dans les gisements aurifères de Hemlo a été couronnée par la publication de **The Mineralogy and Geochemistry of the Hemlo Gold Deposit, Ontario.**

► Dans le cadre du Programme canado-soviétique d'échange de connaissances scientifiques sur l'Arctique, les scientifiques de la CGC et leurs homologues soviétiques ont collaboré à la préparation d'**une carte géologique circumpolaire de l'Arctique** sans précédent (à l'échelle de 1/6 000 000). Cette carte (voir l'illustration en page couverture) a été présentée aux Soviétiques lors de la visite du Premier ministre en U.R.S.S., à l'automne de 1989.

Services, installations et programmes : les nouveautés



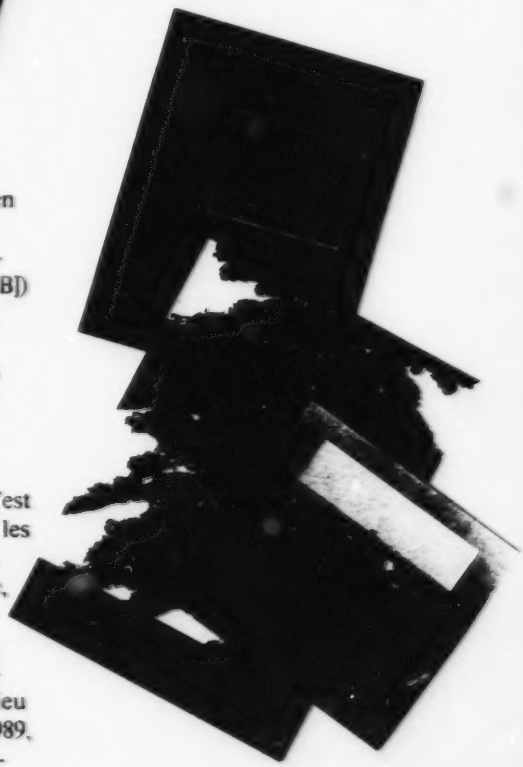
Brochure publiée par la CGC à l'occasion de l'ouverture des installations sismiques rénovées de Yellowknife.

▶ En septembre 1989, le ministre Jake Epp a inauguré le **Réseau sismologique de Yellowknife**, qui venait d'être rénové; les délégués de 21 pays qui s'intéressent à la détection et à l'interdiction des explosions nucléaires souterraines ont pris part à la cérémonie. Les nouvelles installations, à la modernisation desquelles on a consacré 3,5 millions de dollars au cours des trois dernières années, ont déjà été d'un apport exceptionnel à une expérience internationale d'échange de données qui a débuté en janvier 1990. Des 30 stations disséminées dans le monde qui ont fourni des données lors de la première étape de l'expérience, les installations de Yellowknife se sont constamment classées parmi les trois premières en matière de capacité de détection de séismes dans le monde.

▶ Le **Service de prévision de l'activité géomagnétique** de la CGC fonctionne désormais sept jours sur sept, fournissant ainsi des prévisions et des données en temps plus opportun à ses utilisateurs, au nombre desquels se trouvent Hydro-Québec et Ontario Hydro. À maintes reprises l'an dernier, les tempêtes géomagnétiques ont entraîné des pannes dans les réseaux d'électricité et de communications et dans les systèmes de navigation.

▶ La nouvelle **Installation canadienne du gravimètre supraconducteur**, située à Cantley, au Québec, est le fruit d'un projet conjoint auquel participent sept universités canadiennes et la CGC. L'équipement est l'un des principaux outils de la géodynamique moderne. Il servira à la recherche portant sur les oscillations du noyau liquide de la Terre et sur l'origine du champ magnétique de la Terre; il apportera un soutien à l'analyse des marées et à la recherche spatiale (radio interférométrie à très longue base [RILB]) et servira en outre à l'étude des signes précurseurs des séismes. La CGC fournit les installations et surveille le fonctionnement du gravimètre.

▶ Le nouveau **Service de communication et de marketing** s'est chargé de mieux faire connaître les résultats et les répercussions du programme de la CGC. On note, entre autres activités notables, la préparation d'une importante exposition pour le Congrès géologique international, qui a eu lieu à Washington (D.C.) en juillet 1989, la publication d'une revue annuelle des résultats de recherche à laquelle on a donné une nouvelle présentation, et la commercialisation plus dynamique des publications de la CGC.



Matériel utilisé par la CGC à des fins de publicité et de sensibilisation du public.

Géologie du Canada

Depuis sa fondation en 1842, la Commission géologique du Canada a publié, à divers moments, des ouvrages d'ensemble détaillés sur la géologie du Canada. Le septième ouvrage du genre, qui est en préparation, représente pour la Commission une entreprise de taille dans le domaine de la publication. *Géologie du Canada*, qui comprendra neuf volumes et plusieurs nouvelles cartes, sera l'outil de référence qui fera dorénavant autorité en matière de géologie du Canada.

Il s'agit de la contribution canadienne à la Decade of North American Geology (DNAG) qui commémore le centenaire de la Geological Society of America. L'objectif de la DNAG est de présenter les plus récentes connaissances portant sur la géologie et la géophysique de l'Amérique du Nord et d'indiquer les possibilités de recherche pour l'avenir.

Ce projet ambitieux a requis la participation dévouée de plus de 1 000 scientifiques provenant des universités, de l'industrie et des organismes gouvernementaux du Canada, du Groenland, du Mexique et des États-Unis.

logiques modernes, y compris le pergélisol et les glissements de terrain, particulièrement dans la Cordillère, et elle évalue les répercussions environnementales des projets de mise en valeur. Elle mène, au nom de la Commission, des études paléontologiques et paléoécologiques.

La Direction comprend trois divisions : la Division de la science des terrains, qui a ses bureaux à Ottawa, l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière, situé à Calgary, et la Division de la Cordillère, à Vancouver.

Direction de l'information et des services

Le « produit » de la Commission étant l'information, une de ses principales responsabilités est d'assurer aux Canadiens l'accès aux résultats de ses recherches. À cette fin, la Direction gère toutes les activités internes relatives à la publication, qui vont de la révision et de la cartographie à la production et à la distribution. Parmi ses autres tâches importantes associées à l'information, la Direction s'occupe de la Bibliothèque géoscientifique nationale, à Ottawa, et de GEOSCAN, un programme coopératif fédéral-provincial visant à produire une bibliographie nationale pour les sciences de la Terre.

Au nom de la Commission, la Direction coordonne les programmes et les services de planification. Ces derniers ont récemment pris de l'ampleur et comprennent maintenant le bureau de liaison extérieure et le secrétariat du Programme des conventions de recherche du Ministère. La Direction assume aussi la responsabilité de tous les services administratifs en commun.

L'Étude du plateau continental polaire (ÉPCP) fait également partie de la Direction. L'ÉPCP est un organisme fédéral d'un type unique qui jouit d'une réputation internationale; il assure un soutien logistique important aux scientifiques qui travaillent dans l'Arctique canadien. L'organisme exploite des camps de base à Resolute et à Tuktoyaktuk, dans les

Territoires du Nord-Ouest, ainsi que la station de recherche sur une île de glace dans l'océan Arctique. L'ÉPCP a pour mandat d'aider à maintenir la souveraineté du Canada dans l'Arctique; aussi joue-t-elle un rôle clé, au nom des organismes fédéraux, pour mieux faire connaître l'Arctique aux Canadiens.

Bureau du scientifique principal

Le scientifique principal joue un rôle consultatif important auprès de la haute direction de la Commission en assurant que le programme scientifique répond bien aux besoins et aux priorités des clients et de la société. L'une des principales tâches qui l'attend au cours des prochains mois sera la mise au point d'un plan stratégique à long terme pour la Commission. Ce plan est attendu pour décembre 1990.

Le Bureau du scientifique principal coordonne également de vastes secteurs de programmes comme la géophysique, les sciences environnementales de la Terre et la recherche dans l'Arctique. Le Bureau s'occupe de la liaison externe pour les projets de recherche en collaboration à l'échelle nationale et internationale, comme LITHOPROBE, le Programme de sondage des fonds marins et le Programme canadien de forage continental.

C. Vodden, GSC

Présentation de la CGC au Congrès international de géologie tenu en juillet 1989 à Washington, D.C.

Le Bureau du scientifique principal planifie, applique et gère les stratégies de communication et de commercialisation de l'ensemble de la Commission. Ces activités ont pour but d'accroître la notoriété, les répercussions et l'influence de la Commission et de mieux faire connaître et apprécier au grand public le rôle des sciences de la Terre dans la vie quotidienne.

État financier du secteur

Commission géologique du Canada

Dépenses engagées en 1989-90 (en milliers de dollars)

	TOTAL	PERSONNEL	FONCTIONNEMENT	IMMOBILISATIONS	SUBVENTIONS ET CONTRIBUTIONS	ANNÉES-PERSONNES
Bureau du sous-ministre adjoint	**465**	**206**	**255**	**4**	**1 900**	**4**
Direction de l'information et des services						
Directeur général	1 968	1 212	518	238	–	7
Division de la coordination et de la planification des programmes	700	531	134	35	–	10
Division des services administratifs	1 809	468	1 095	246	–	20
Division de l'information géoscientifique	7 954	4 476	1 657	1 821	–	99
Total	**12 431**	**6 687**	**3 404**	**2 340**	**–**	**136**
Direction de la géologie sédimentaire et de la Cordillère						
Directeur général	168	130	30	8	–	2
Institut de géologie sédimentaire et pétrolière	16 307	8 765	6 429	1 113	–	161
Division de la Cordillère	4 181	2 456	1 421	304	–	36
Division de la science des terrains	7 328	4 576	2 239	513	–	72
Total	**27 984**	**15 927**	**10 119**	**1 938**	**–**	**271**
Direction de la géophysique et de la géologie marine						
Directeur général	148	86	61	1	–	2
Centre géoscientifique de l'Atlantique	13 808	6 491	6 220	1 097	–	118
Centre géoscientifique du Pacifique	5 370	2 027	2 482	861	–	41
Division de la géophysique	12 796	6 331	4 786	1 679	–	117
Total	**32 122**	**14 935**	**13 549**	**3 638**	**–**	**278**
Direction des ressources minérales et de la géologie du continent						
Directeur général	272	229	33	10	–	3
Centre géoscientifique de Québec	1 368	567	551	250	–	12
Division de la géologie du continent	9 544	5 646	2 999	899	–	86
Division des ressources minérales	13 660	8 599	3 370	1 691	–	158
Bureau du programme de l'exploitation minérale	418	116	302	0	–	2
Total	**25 262**	**15 157**	**7 255**	**2 850**	**–**	**261**
Étude du plateau continental polaire	**9 196**	**1 395**	**6 617**	**1 184**	**–**	**23**
Total-Secteur	**107 460**	**54 307**	**41 199**	**11 954**	**1 900**	**973**